9 wrzesień 1996
4 zł 90 gr
49.000,- zł

ELEKTRONIK ELEKTOR

MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

Magnetowidy cyfrowe

Wzmacniacz mocy Hi-Fi z tranzystorami MOSFET

Iluminofonia domowa

Wskaźnik stereo

Zasilacz napięć symetrycznych

Moduł serwisowy do silników spalinowych



INDEKS 323314
ISSN 1230-9362

Na pewno chcesz, aby TWOJE dzieci kochały elektronikę tak jak TY...

Najlepsze na świecie zestawy edukacyjne
ELEKTRONIKA DLA POCZĄTKUJĄCYCH
firmy "Tree of Knowledge"
są już dostępne w Polsce !!!

TREE OF KNOWLEDGE

Rabat 15% dla szkół



48zł

Zestaw mini
"Elektronika 6"
Można wykonać
6 układów
eksperymentalnych

128zł



Zestaw maxi
"Radioelektronika 200"
Można wykonać
200 układów
eksperymentalnych.
Pełny program
nauczania
radioelektroniki

Ceny netto bez 7% VAT.

Zestawy są importowane przez AVT i dostępne w sprzedaży wysyłkowej oraz w sklepach firmowych i u dealerów AVT.

SPIS TREŚCI

OKŁADKA

Po wielkim sukcesie rynkowym, jaki odniósł cyfrowy zapis muzyki na płytach CD, nadchodzi czas cyfrowej rejestracji obrazu na nośnikach magnetycznych - w magnetowidach. Wszystko wskazuje na to, że mają one wszelkie szanse na stanie się kolejnym światowym hitem na rynku elektronicznego sprzętu powszechnego użytku.

Elektor Elektronik
jest miesięcznikiem wydawanym przez

AVT-Korporacja Sp. z o.o.
01-900 Warszawa 118
skr. poczt. 72
tel/fax 35-67-67
e-mail: avt@ikp.atm.com.pl

na licencji wydawnictwa Elektuur B.V.

Red. nacz. polskiej edycji:
Piotr Śmietanowski
Tłumaczenia:
Krzysztof Kałużyński
Andrzej Mierzejewski
Krzysztof Pochwalski

Copyright
© Uitgeversmaatschappij Elektuur B.V.
c./o. Intern. Adv. Dept.
P.O. BOX 75
6190 AB BEEK (L)
The NETHERLANDS
tel: +31 46 438 9444
FAX: +31 46 437 0161

Druk:
HELDRUK
82-200 Malbork
ul. Partyzantów 3b

AUDIO - HIFI - WIDEO

5 Magnetowidy cyfrowe

9 Wzmacniacz mocy HiFi z tranzystorami MOSFET

15 Wskaźnik stereo

39 Iluminofonia domowa

59 Ochrona głośnika wysokotonowego

MIERNICTWO

19 Przystawka do pomiaru poziomu zniekształceń nieliniowych

25 Moduł serwisowy do silników samochodowych

54 Generator sygnałów testujących

ZASILANIE

44 Zasilacz napięć symetrycznych

49 Układ regulacji ładowania akumulatora z baterii słonecznej

KATALOG ELEKTORA

33 SAA3009, SAA3049 - dekodery zdalnego sterowania podczerwienią

34 SAA3010 - nadajnik zdalnego sterowania podczerwienią w kodzie RC-5

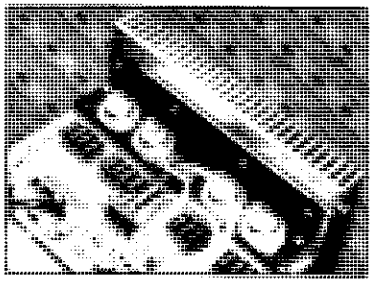
35 SFH505A - odbiornik/demodulator promieniowania podczerwonego

36 TFMS5xx0 - moduły detektorów podczerwieni dla systemów sterowania kodami impulsowymi

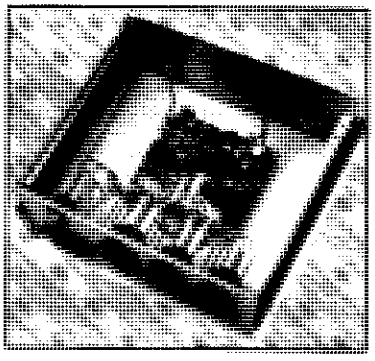
ELEKTRONIK ELEKTOR

Numer 9 (36)

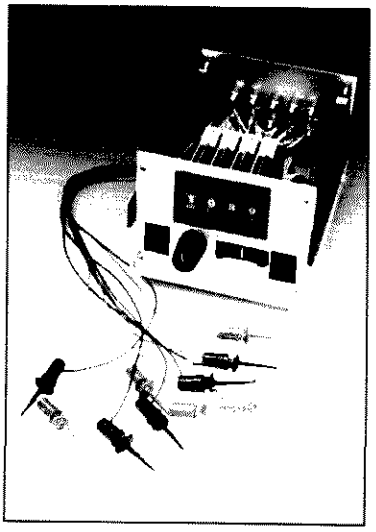
Wrzesień 1996



Wzmacniacz mocy HiFi z tranzystorami MOSFET
str. 9



Iluminofonia domowa
str. 39



Generator sygnałów testujących
str. 54

W bratnich pismach przeczytacie...

Elektronika Praktyczna
Wrzesień 1996

Projekty zagraniczne
Analogowy miernik częstotliwości
Sprzęt
Systemy automatyki
System zdalnej identyfikacji PIT firmy PHILIPS
Internet dla elektroników
Programy
Projekty
Programator procesorów serii MCS-51 z pamięcią *FLASH, EPROM, OTP*, cz. 1
Miniaturowa centrala alarmowa, cz. 1
16-kanałowy skrambler z układem FX224
Detektor gazu
Cyfrowy miernik R i C, cz. 3
Miniprojekty
Szybka ładowarka akumulatorów NiCd i NiMH
Akustyczny wyzwalacz flesza fotograficznego
Raport EP
Podwójna, elektroniczna kostka do gry
Prosty regulator oświetlenia
Projekty Czytelników
Precyzyjny dwupołożeniowy regulator temperatury z histerezą czasową
Test
Oprogramowanie projektowe dla *układów PLD*
Podzespoły
Mikrokontrolery rodziny '51 firmy ATMEL
Nowe podzespoły
Notatnik Praktyka
Centrale alarmowe, cz. 2
Wizytówka miesiąca
Tendencje i rewelacje
Tabela miesiąca

Elektronika Dla Wszystkich
Wrzesień 1996

Projekty AVT
Przełącznik sterowany pilotem TV
Elektroniczna ruletka
Szkoła konstruktorów
"Dzwoniąca" przystawka do zegara
Klocki elektroniczne
System projektowania modułowego, cz. 9
Alarm z podwójną wiązką podczerwieni
Elektronika 2000
Sygnalizator cofania samochodu
Prosty wykrywacz metali
Moduł wykonawczy dużej mocy do sterownika AVT-2047
Inteligentny symulator alarmu
Timerek "do jajek"
Klub Konstruktorów
SSM-2016. Ultraniskoszumny wzmacniacz różnicowy audio
Też to potrafisz
Easy Trax - to naprawdę proste, cz 9
Radio i TV
Radiofonia w ciągłym rozwoju, cz. 2
Podręczny poradnik elektronika
Stabilizatory liniowe, cz. 1
Listy od Piotra
Gdy się nie ma, co się lubi, to się lubi, co się ma
Dawnych wspomnień czar
Pół wieku Sony, czyli historia *rozwoju RTV i AV*, cz. 2
Systemy
Kod RC5. Praktyczne wykorzystanie
Recenzja
"Pomiary oscyloskopowe"
Nowości, ciekawostki
Lista przebojów

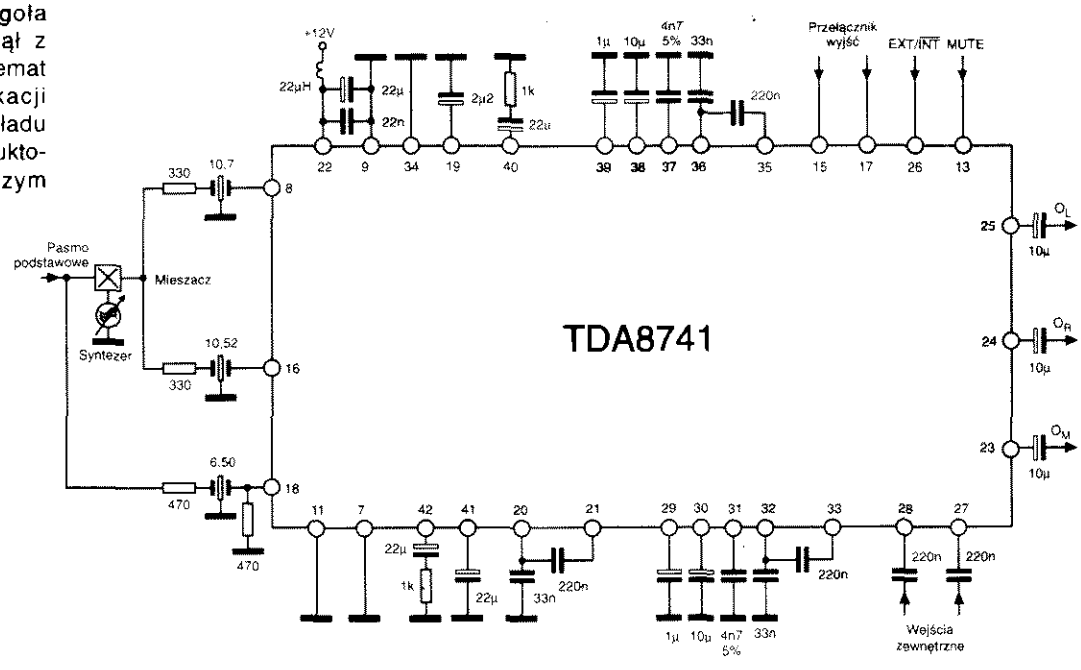
SPRZĘŻENIE ZWROTNE

Powracamy po dłuższej przerwie do zamieszczania wyników ankiety „Sprzężenie zwrotne". Oto ranking artykułów opublikowanych w wydaniu lipcowym Elektora.

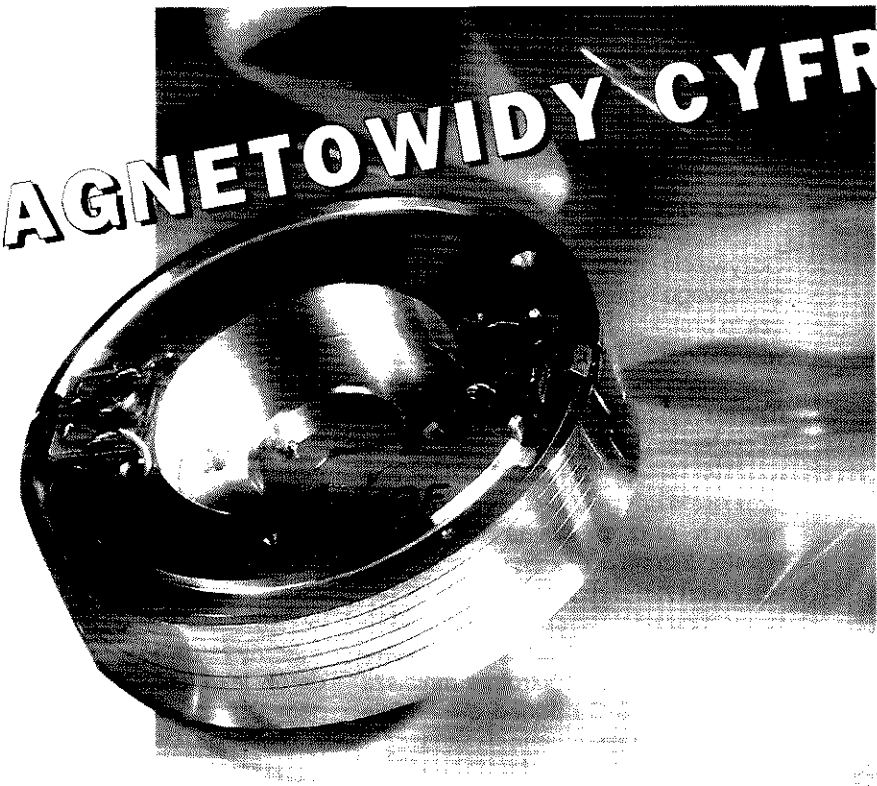
Transmisja danych w podczerwieni	66%
Urządzenie do ładowania akumulatorów z układem U2505B	46%
Inteligentny zegar szachowy	22%
64-kanałowy analizator stanów logicznych	17%

Errata

W numerze 8 EE chochlik drukarski zadziałał zgoła nieoczekiwanie i usunął z katalogu Elektora schemat przykładowej aplikacji układu TDA8741 - układu fonii satelitarnej z reduktorem szumów. Niniejszym naprawiamy ten błąd.



MAGNETOWIDY CYFROWE



Ogromny sukces, jakim było wprowadzenie płyty kompaktowej, spowodował wzrost zainteresowania techniką cyfrową w elektronice użytkowej. Mimo stosunkowo niewielkiego powodzenia cyfrowych urządzeń do nagrywania dźwięku (DAT, DCC i MiniDisc) producenci użytkowej elektroniki audio/video są przekonani, że cyfrowe magnetowidy mają wszelkie szanse stać się kolejnym hitem rynkowym. Najprawdopodobniej wszyscy ważniejsi producenci tego sprzętu wprowadzą na rynek magnetowidy cyfrowe jeszcze przed końcem bieżącego roku. Przyjrzyjmy się temu, co przygotowują.

Jak zapewne większość Czytelników wie, cyfrowe przetwarzanie sygnałów ma bardzo poważne zalety - wykorzystuje bowiem dwa dobrze określone stany logiczne. Ponieważ pomiędzy stanem wysokim a niskim nie występują inne stany, pochodzące z zewnątrz sygnały zakłócające nie mogą obniżyć jakości sygnału. Przechowywany przez lata w postaci cyfrowej obraz w zasadzie nie traci swej jakości. Mimo długiego okresu przechowywania i wielokrotnego odtwarzania odtworzony sygnał cyfrowy pozostaje perfekcyjny. Także przetwarzanie sygnałów nie pogarsza ich jakości, pod warunkiem że jest to przetwarzanie cyfrowe.

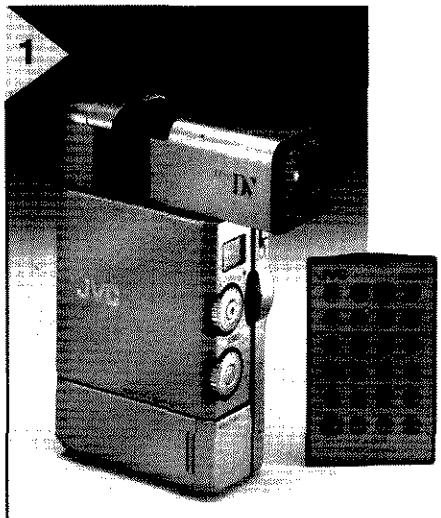
Pozostawiając jako sprawę zamkniętą cyfrową technikę audio wraz z jej wszystkimi konsekwencjami przemysł poczynił kolejny krok naprzód i znajduje się na etapie pozwalającym na dosyć swobodne stosowanie w sprzęcie powszechnego użytku cyfrowego przetwarzania sygnałów. Cyfrowe standardy video MPEG I i MPEG II (wykorzystywane w cyfrowej telewizji i video CD) są już stosowane w praktyce. Wszystko to zdaje się oznaczać, że epoka analogowego magnetowidu już wkrótce przeminie - o ile tylko sprawy potoczą się po myśli producentów - jak bowiem dobrze wiadomo, rynek może wymusić zupełnie co innego.

DVideo - światowy standard

Producenci, którzy nieco sparzyli się przy wprowadzaniu standardu magnetowidu analogowego (przez pewien czas systemy Video 2000, Betamax i VHS zaciekle walczyły o tytuł „światowego standardu"), określili już światowy standard cyfrowej techniki video. Nosi on nazwę DVideo, a powstał w wyniku konferencji Digital VCR Conference, która miała miejsce w lipcu 1993 roku. Standard ten zaakceptowało 52 producentów, wśród nich takie giganty jak Philips, Sony czy Matsushita.

Pewna liczba producentów sprzętu powszechnego użytku, w tym Sony, zaczęła już wprowadzać systemu video (kamkordery i magnetowidy), zgodne ze standardem DVideo.

Nowy system cyfrowego video pozwala każdemu użytkownikowi na realizację i modyfikację nagrań video z profesjo-



Rys. 1. Firma JVC wprowadziła ostatnio bardzo nowoczesny cyfrowy kamkorder zgodny ze standardem DVideo.

nalną jakością przy bardzo niewielkich rozmiarów kasecie video. Różnice jakości między tak wykonanymi nagraniami i nagraniami wykonywanymi w technice VHS są bardzo znaczne. Rozdzielczość obrazu cyfrowego jest znacznie wyższa i trwała, bez względu na ilość wykonanych kopii modyfikacji. System cyfrowy daje także nowe możliwości w zakresie efektów specjalnych i modyfikacji, w tym dodawanie wyłącznie dźwięku, dodawanie wyłącznie obrazu, dubbingowanie dźwięku i nakładanie obrazu na dźwięk. Wiele efektów można uzyskać bez wprowadzania zmian do oryginalnego zapisu cyfrowego. Prosty komputer i interfejs szeregowy łączący PC i magnetowid to wszystko co niezbędne, by móc uzyskać dodatkowe efekty w obrazie.

Firma JVC zademonstrowała ostatnio możliwość zintegrowania wszystkich tych opcji w jeden niezwykle zwarty system. Kamkorder produkcji tej firmy, GR-DV1, mieszczący się z łatwością w jednej dłoni, zawiera magnetowid wyposażony w ogromną ilość efektów dodatkowych i opcji edycji obrazu, posiadając oczywiście przy tym wszystkie możliwości kamery video. Cyfrowe wyjście umożliwia przeniesienie sygnału cyfrowego na inny nośnik (medium). Większość opcji można uaktywnić przy pomocy działającego w podczerwieni pilota, stanowiącego całość z kamkorderem. Cena jest umiarkowana - w momencie wprowadzenia wyrobu na rynek nie przekraczała 2000 funtów.

Nowy typ kasety

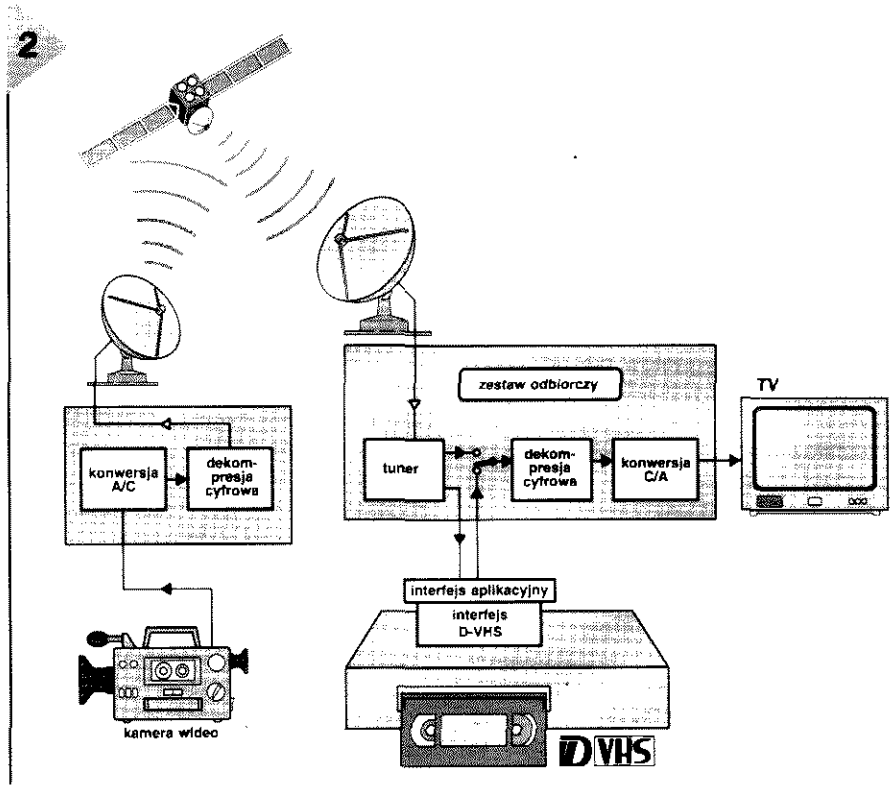
Oczywiście nowy system video wymaga nowego typu kasety. Niestety, oznacza to brak kompatybilności - magnetowid standardu DVideo nie może odtwarzać analogowych kaset zarejestrowanych w systemi VHS ani kaset 8mm. W systemie DVideo stosowane są dwa rodzaje kaset: kaseta o rozmiarach 125x78x14,6mm do zastosowań stacjonarnych oraz o kaseta rozmiarach 66x48x12,2mm do kamkorderów. Większa z nich zapewnia czas zapisu 4,5 godziny. Mniejsza jest dostępna w dwóch wersjach: 30 i 60 minut czasu rejestracji. Jest ona trzy-i-półkrotnie mniejsza od kasety VHS-C i ponad dwukrotnie mniejsza od kasety 8mm. Istotną zaletę małych kaset standardu DVideo jest to, że mogą być używane w sprzęcie stacjonarnym bez specjalnej wkładki adaptującej, jak to ma miejsce w standardzie VHS.

W systemie DVideo jest jeszcze jedna nowość: oprócz zwykłej kasety jest także kaseta z pamięcią. Odpowiednia funkcja obsługi (wskaźnik) tej pamięci umożliwia szybsze i prostsze wyszukanie żądanych fragmentów. Po włożeniu takiej kasety do kamkordera w wizjerze pojawia się wskaźnik, a w przypadku magnetowidu wskaźnik widoczny jest na ekranie TV.

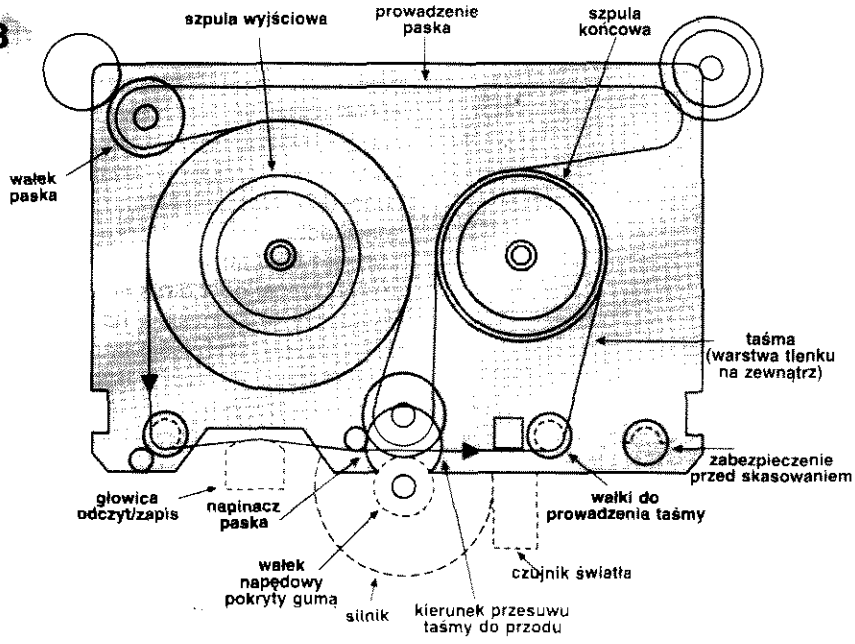
Taśma stosowana w kasetach ma szerokość 6,35mm. Na nośniku naparowane są dwie warstwy magnetyczne, co zapewnia doskonałą jakość obrazu. Specjalna ochronna warstwa węglowa zapewnia wysoką trwałość taśmy.

Różne formaty

Standard DVideo określa zarówno format standardowy (SD) jak i format wysokiej rozdzielczości (HD). Format SD zaprojektowany został z myślą o rejestracji obrazu w standardach NTSC i PAL. Wzrost jakości w porównaniu z zapisami analogowymi jest bardzo znaczny zarówno w przypadku kamkorderów jak i telewizorów z dużym ekranem. Obrazy video są znacznie bardziej zbliżone do rzeczywistości, a w przypadku odtwarzania na dużym ekranie - o znacznie wyższej ostrości. Ta poprawa wynika z faktu, że w standardzie DVideo obraz jest zapamiętywany w postaci 500 linii. Dla porównania standard VHS i 8mm dają do 250 linii, standard S-VHS - 405 linii, a standard Hi8 - 420 linii.



Rys. 2. Magnetowid D-VHS zapisuje wyłącznie dane w postaci cyfrowej i można go łatwo zintegrować z istniejącym systemem cyfrowego video.



Rys. 3. Uproszczony zapis magnetyczny wymaga skomplikowanego urządzenia. Firma Philips opracowała obecnie system wykorzystujący kaset QIC (używanych w kreatorach do zapisu video).

Format HD zaproponowano z myślą o rejestracji obrazów telewizji wysokiej rozdzielczości. Obraz w tym formacie posiada 600 linii, a możliwe jest także podwojenie tej liczby. Pod pozostałymi względami format HD nie różni się od SD.

D-VHS - logiczna konsekwencja

Firma JVC, twórca systemy VHS, zaproponowała jego cyfrową wersję - D-VHS, która powinna współistnieć na rynku z S-VHS, ulepszoną wersją VHS. W tym samym czasie inni producenci (w tym Hitachi, Thomson, Mastushita i Philips) intensywnie pracują nad systemem D-VHS. Ponieważ w zasadzie wszyscy producenci magnetowidów okazują zainteresowanie tym rozszerzeniem standardu VHS, jest bardzo prawdopodobne, że w niezbyt odległej przyszłości wejdzie on do użytku.

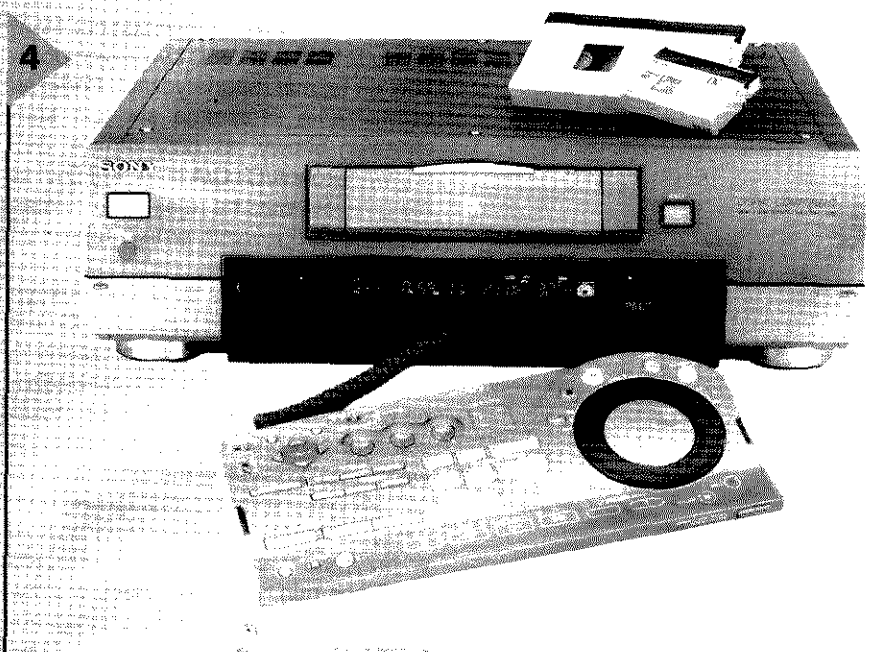
Podstawową zaletą standardu D-VHS jest to, że wykorzystuje on produkowane obecnie taśmy video VHS, co pozostawia wiele czasu na zastąpienie ich taśmami cyfrowymi (według firmy JVC proces ten potrwa co najmniej 15 - 20 lat). Magnetowid D-VHS odtwarza taśmy zarejestrowane w standardzie VHS i S-VHS. Cena rozszerzenia cyfrowego wyniesie około 250 funtów. Według firmy JVC standard D-VHS to zapis strumienia bitowego. Nie stosuje się ani kompresji, ani dekompresji zapisanego sygnału. Głównym zamierzeniem standardu D-VHS jest zapis cyfrowych obrazów na taśmie magnetycznej. Podczas odtwarzania otrzymuje się taki sam strumień bitowy, jak przy zapisie. Bez konwerterów A/C i C/A standard D-VHS nie pozwala więc na rejestrację dzisiejszych analogowych emisji telewizyjnych.

Jeśli chodzi o rozwiązania konstrukcyjne, magnetowid systemu D-VHS jest bardzo zbliżony do współczesnych magnetowidów. Taśma jest prowadzona w taki sam sposób, a głowice stosowane poprzednio do zapisu analogowego są wykorzystywane teraz do zapisu i odczytu informacji analogowej i cyfrowej. Szybkość obrotów szpuli wynosi w przypadku standardu PAL/SECAM 1500 obr./min. (1800 obr./min. w przypadku NTSC), co pozwala uniknąć konieczności zmiany prędkości w przypadku nagrań analogowych. Nie stosuje się taśm metalowych, a taśma S-VHS używana jest w standardowej kasecie z dodatkowym otworem identyfikacyjnym wskazującym potrzebę przełączenia magnetowidu w tryb cyfrowy.



Rys. 4. Eksperymentalny magnetowid laboratoryjny Philipsa (obudowany). System kaset QIC jest wykorzystywany do zapisu sygnału video.

Zaproponowano trzy tryby zapisu: Standard, High Definition i LongPlay. W pierwszym z nich maksymalna szybkość wprowadzanego strumienia bitowego wynosi 14,1Mbit/s, a maksy-



Rys. 5. Pierwszy system DVideo (producent: Sony) na rynku europejskim.

malna szybkość rejestracji - 19,1Mbit/s. Różnica tych szybkości wynika z konieczności wprowadzenia korekcji błędów - zastosowania kodu Reed-Solomon'a. System modulacji jest analogiczny jak w przypadku CD (Serial Interface Non Return To Zero Information). System ten ogranicza zakłócenia odcinając sygnał w przypadku zerowej wartości bitu. Maksymalny czas rejestracji wynosi 5 godzin (pojemność 31,7 GB) lub 7 godzin (44,7 GB) - w przypadku zastosowania cienkiej taśmy. Choć nie określono jeszcze w pełni specyfikacji trybów HD i LP, wiadomo już, że maksymalna szybkość wejściowego strumienia bitowego wyniesie 28,2Mbit/s. Śledzenie zapewnia oddzielna ścieżka. Oczekuje się, że pierwsze magnetowidy D-VHS pojawią się na rynku jeszcze w bieżącym roku. Ponieważ nie są one wyposażone w konwertery A/C i C/A, pojawią się najpewniej najpierw na tych rynkach, na których telewizja cyfrowa jest już szeroko dostępna, np. w USA. Standard D-VHS jest także obiecujący, jeśli chodzi o przechowywanie dużych zbiorów komputerowych.

Inne podejście

Podczas gdy standardy DVideo i D-VHS wykorzystują dobrze znane rozwiązania - jak wirujące głowice, całkiem inne podejście wybrano w laboratoriach badawczych firmy Philips. Oparty na Quarter Inch Cartridge (QIC) opracowywany nowy typ magnetowidu posiada stacjonarną głowicę i zapewnia szybkości strumienia bitowego do 16Mbit/s. Kasety QIC są dobrze znane użytkownikom komputerów - wykorzystuje się je w streamerach.

W przypadku magnetowidów analogowych do rejestracji danych stosuje się zapis ukośny, co pozwala na uzyskanie wysokich szybkości ruchu taśmy względem głowicy. Wysoka prędkość warunkuje uzyskanie szerokości pasma wystarczającej do analogowego zapisu video. Ponadto zapis sygnału jest taki, że każda ścieżka zawiera dokładnie jedną, pełną linię obrazu (field scan). W przypadku systemów liniowych (tj. ze nieruchomą głowicą) cała informacja zapisywana jest na ścieżkach ułożonych wzdłuż taśmy. Przykładem takiego rozwiązania mogą być klasyczny magnetofon szpulowy i magnetofon kasetowy. DCC jest zaawansowaną wersją systemu liniowego, w której dokonuje się zapisu lub odczytu dużej liczby równoległych ścieżek przy pomocy głowicy wykonanej w technologii grubowarstwowej. Ponieważ jedynym ruchomym elementem jest taśma, urządzenie ma znacznie prostszą konstrukcję niż urządzenie z zapisem ukośnym.

Jak dotychczas QIC jest wykorzystywane wyłącznie do przechowywania danych, np. komputerowych. Urządzenie i kaseta są niedrogie, niewielkie i stabilne. Pojemność taśmy QIC zazwyczaj wystarcza do przechowania zawartości całego twardego dysku komputera PC. W porównaniu z nowocześniejszymi systemami archiwizacji danych, jak DAT i 8mm Exabyte, QIC ma ograniczoną pojemność (ok. 400MB). Ostatnio ukazały się jednak na rynku unowocześnione wersje, o pojemności do 850Mbajtów. W przypadku tego ostatniego rozwiązania odstęp między ścieżkami wynosi 150μm, a taśma o szerokości 0,25 cala umożliwia zapis na 42 ścieżkach. Gęstość zapisu informacji wynosi 1,6bit/μm, a szybkość przesuwu taśmy wynosi od 1,5m/s do 2m/s.

Parametry te pozwalają na uzyskanie maksymalnej szybkości transmisji danych 2Mbit/s. Ponieważ odpowiada to szybkości transmisji w kanale audio lub video MPEG I, można wykorzystywać kasety QIC do zapisywania sygnału video z ograniczoną jakością obrazu, zbliżoną do VHS. Można oczekiwać czterokrotnego zwiększenia gęstości ścieżek - co czterorotnie zwiększy pojemność (z 850MB do 3 GB).

W przypadku obrazów cyfrowych szybkość transmisji danych jest równie ważna jak pojemność nośnika. W chwili obecnej czynione są wysiłki zmierzające do uzyskania gęstości zapisu 1bit/0,3μm. W przypadku prędkości przesuwu taśmy 2m/s daje to szybkość strumienia bitowego 6Mbit/s. Niestety, okazuje się, że jest to minimum z punktu widzenia wysokiej jakości systemów video. Jeśli jednak zastosuje się głowicę umożliwiającą wielokrotny zapis i odczyt na 8 równoległych ścieżkach, uzyskać będzie można szybkość 16MBit/s, przekraczającą potrzeby wysokiej jakości video. Rzeczywista telewizja wysokiej rozdzielczości wymaga szybkości co najmniej 20Mbit/s. Teoretycznie zapis HDTV byłby możliwy przy użyciu wielokrotnych głowic i wyższej niż 8 liczby ścieżek, lub taśmy umożliwiającej gęstość lepszą niż 1bit/0,3μm. Przy zbliżaniu się do końca taśmy należy szybko zmienić szybkość taśmy i położenie głowicy, by umożliwić zapis następnych ścieżek (wzdłuż ścieżek poprzednio zapisanych). Aby zapewnić ciągły „dopływ" obrazu TV, stosuje się bufor eliminujący skutki operacji przełączania.

Zapis liniowy posiada jeszcze jedną istotną zaletę: zmieniając odpowiednio szybkość przesuwu taśmy można dostosować pasmo do poziomu „złożoności" obrazu. Czas wyszukiwania jest tu także bardzo krótki. Przewinięcie taśmy wymaga tylko 45 sekund. Ponieważ głowica pozostaje przez cały czas w kontakcie z taśmą, możliwy jest ciągły podgląd zarejestrowanego materiału. ■

WZMACNIACZ MOCY HI-FI Z TRANZYSTORAMI MOSFET



Rys. 1. Kompletny wzmacniacz mocy MOSFET.

Tabela 1. Parametry wzmacniacza MOSFET.

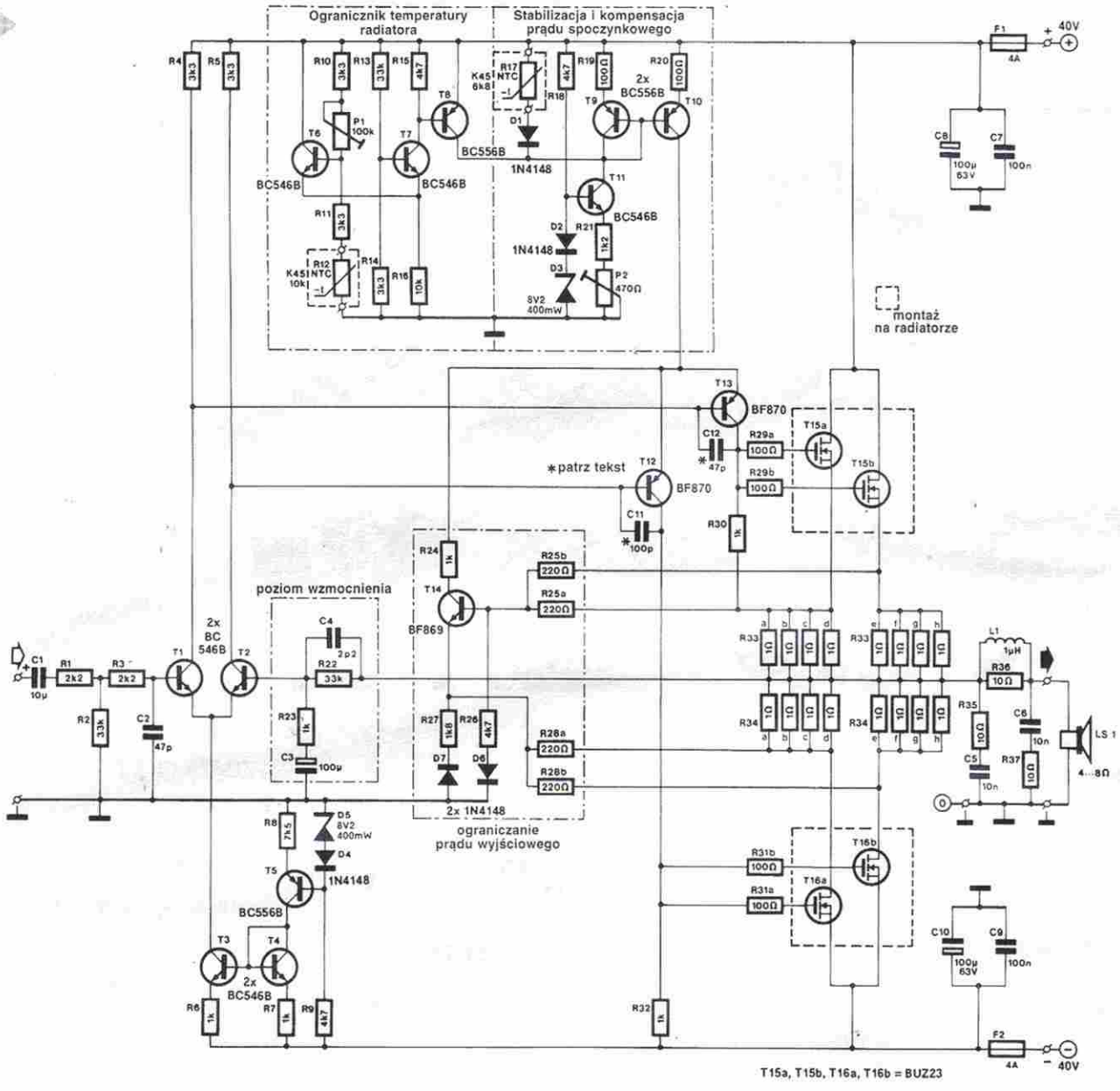
• Napięcie zasilania	(P_{out}=max)	≥ ±46V
	(P_{out}=0)	≤ ±55V
• Pobór prądu	(P_{out}=max)	3A
	(P_{out}=0)	≥0,2A
	(zwarcie na wyjściu)	≤1,5A
• Maksymalna moc wyjściowa (f=1kHz, R_L=4Ω)	160W	
• Moc muzyczna (chwilowa) (R_L=4Ω)	≤240W	
• Zniekształcenia (20Hz...20kHz)	≤0,05%	
• Intermodulacja (250Hz, 8kHz, 4:1)	≤0,07%	
• Rezystancja wejściowa	≤33kΩ	
• Wzmocnienie napięciowe	31dB	
• Pasmo przenoszenia (–3dB) (R_L=4Ω, P_{out}=15W)		≥2Hz...≤250kHz
• Pasmo przenoszenia mocy (THD=0,5%, P_{out}=80W)		≤5Hz...≥70kHz
• Współczynnik tłumienia (R_L=4Ω, f=40Hz)		≥200
• Stosunek sygnał/szum (nieważony)	(P_{out}=50mW)	≥73dB
	(P_{out}=max)	≥108dB
• Impedancja wyjściowa	4Ω	

Jeszcze do niedawna produkowane przez Siemensa tranzystory MOSFET serii BUZ były trudne do zdobycia i bardzo kosztowne. Było to niekorzystne, ponieważ przyrządy te oferują bardzo dobre parametry.
Na szczęście sytuacja znacznie się polepszyła, chociaż tranzystory wciąż są dostępne tylko z polaryzacją npn. Jak zobaczymy w tym artykule, mogą one być stosowane w parach komplementarnych.

Wzmacniacz mocy niezależnie od rodzaju zastosowanych tranzystorów: MOSFET lub bipolarnych potrzebuje stopnia sterującego. W przypadku użycia MOSFET-ów stopień ten może mieć dość prosty schemat. Oznacza to, że wszelkie modyfikacje dotyczące mocy pasma przenoszenia lub zniekształceń mogą być dość łatwo wprowadzane.

Tranzystory wybrane do poniższego układu są zalecane przez producenta do zastosowań takich jak operacyjne wzmacniacze mocy w układach sterowania co wskazuje na dużą stabilność tych przyrządów. Niemniej, na wszelki wypadek wzmacniacz jest wyposażony w układy zabezpieczające przed zwarciami i przegrzaniem.

2



Rys. 2. Schemat ideowy wersji 160W. Zmiany dla wersji o mniejszych mocach są przedstawione w tabeli 2.

Schemat

Schemat elektryczny na ***rysunku 2*** przedstawia najsilniejszą wersję wzmacniacza: dostarcza ona 160W do obciążenia 4Ω. W dalszym ciągu artykułu omówimy modyfikacje niezbędne do zmniejszenia mocy.

Głównym podzespołem wzmacniacza są dwa szeregowo połączone tranzystory MOSFET: T15 i T16 sterowane w przeciwfazie przez wzmacniacz różnicowy.

Rezystancja wejściowa tranzystorów jest rzędu $10^9\Omega$, czyli moc niezbędna do ich sterowania jest bardzo mała. Tranzystory MOSFET są sterowane napięciowo.

Układ sterowania składa się z T1-T2 i T12-T13. Ujemne stałonapięciowe sprzężenie zwrotne z wyjścia wzmacniacza jest zrealizowane na rezystorze R22, a ujemne sprzężenie zmiennonapięciowe - na dwójniku R23-C3. Wzmocnienie napięcia zmiennego wynosi około 30dB. Dolna częstotliwość graniczna jest określona przez wartości C1 i C3.

Punkt pracy pierwszego wzmacniacza różnicowego T1-T2 jest określony przez prąd płynący przez T3. Prąd kolektora T5 wyznacza prąd odniesienia dla zwierciadła prądowego T3-T4. Diody D4-D5 stabilizują napięcie bazy T5, co zapewnia stabilność prądu odniesienia. Wyjście układu T1-T2 steruje drugim wzmacniaczem różnicowym T12-T13, którego prądy kolektorów wytwarzają napięcie bramek dla tranzystorów końcowych. Wielkość tego napięcia zależy od punktu pracy T12-T13.

Zwierciadło prądowe T9-T10 oraz diody Da-D3 mają taką samą funkcję co T3-T4 i D4-D5 w pierwszym wzmacniaczu różnicowym. Wielkość prądu odniesienia jest ustalona przez prąd kolektora T10, który z kolei jest określony przez P2 w obwodzie emitera T11. Taka konfiguracja ustala prąd spoczynkowy przy braku sygnału wejściowego.

Stabilizacja prądu spoczynkowego

MOSFET-y mają dodatni współczynnik temperaturowy gdy ich prąd drenu jest mały, a zatem prąd spoczynkowy może być stabilizowany tylko przez odpowiednią kompensację. Stabilizację taką zapewnia termistor R17 w zwierciadle prądowym T9-T10. Termistor ma ujemny współczynnik temperaturowy. Po rozgrzaniu się pobiera nieco większą część prądu płynącego ze zwierciadła prądowego przez T9. Wówczas zmniejsza się prąd kolektora T10. Powoduje to zmniejszenie napięcia bramka-źródło MOSFET-ów, a w efekcie kompensuje dodatni współczynnik temperaturowy tych tranzystorów. Termiczna stała czasowa zależna od rezystancji termicznej radiatorów określa czas niezbędny do ustabilizowania temperatury. Prąd spoczynkowy określony przez P2 jest stabilny w granicach ±30%.

Zabezpieczenie przed przegrzaniem

Termistor R12 w obwodzie bazy tranzystora T6 zabezpiecza MOSFET-y przed przegrzaniem. Gdy tempeartura osiągnie pewną wartość, napięcie na termistorze powoduje otwarcie tranzystora T7. Gdy to się stanie, T8 zwiększa pobór prądu odniesienia ze zwierciadła T9-T11, a w efekcie zmniejsza się moc oddawana przez MOSFET-y. Próg zadziałania układu jest regulowany porzez P1 i odpowiada temperaturze radiatora nie wyższej niż niż 72,5°C (przy rezystancji termicznej 0,5K/W i temperaturze otoczenia 25°C).

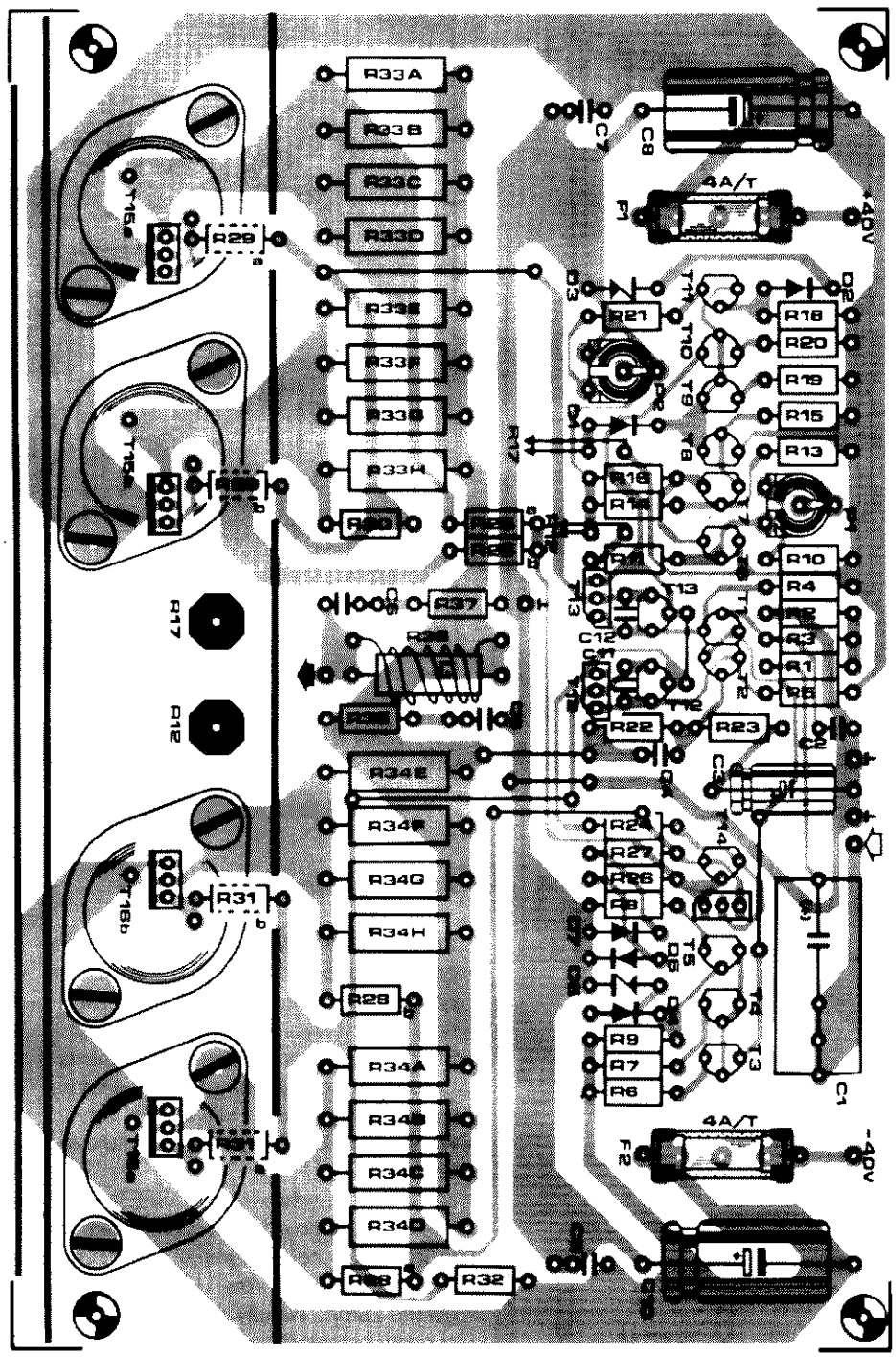
Zabezpieczenie przed zwarciem

Jeżeli wyjście wzmacniacza jest zwarte, a na wejściu nie ma sygnału, spadek napięcia na rezystorach R33 i R34 powoduje włączenie tranzystora T14. Następuje zmniejszenie prądu płynącego przez T9-T10, co pociąga za sobą zmniejszenie prądu kolektorów T12 i T13. Dynamiczny zakres MOSFET-ów jest znacznie ograniczony, aby moc rozpraszana była możliwie mała.

Ponieważ dopuszczalny prąd drenu jest zależny od napięcia dren-źródło, potrzeba więcej informacji dla prawidłowego ustawienia ogranicznika prądu. Tę informację wytwarza spadek napięcia na rezystorach R26 i R27 (odpowiednio dla dodatnich i ujemnych części sygnału wejściowego).

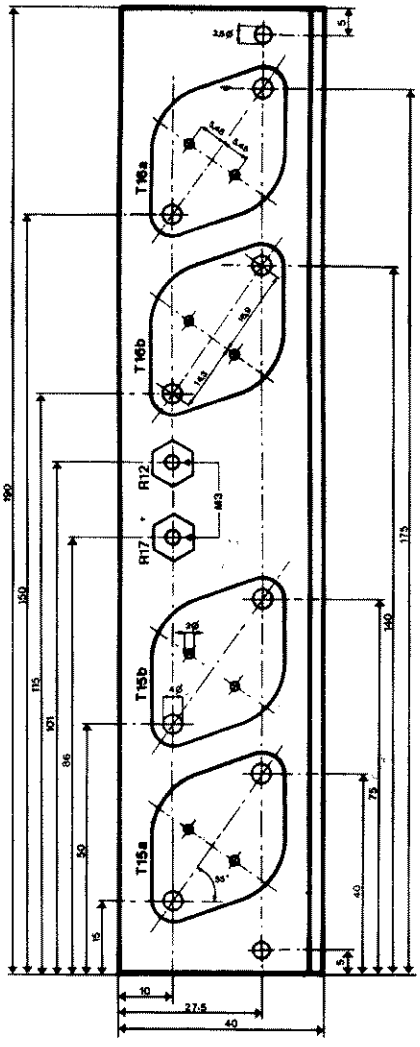
Jeżeli obciążenie jest większe niż 4Ω napięcie baza-emiter T14 spada do takiej wartości, która skutkuje prądem zwarcia nie przekraczającym 33A.

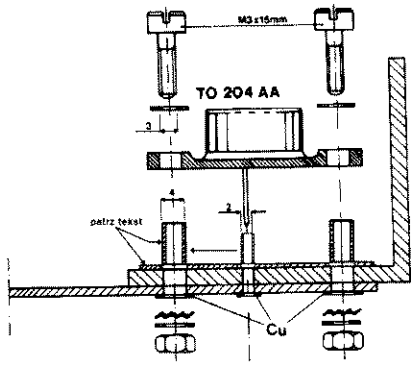
3



Rys. 3. Płytka drukowana dla wzmacniacza MOSFET. Części wymienione w tabeli odpowiadają wersji 150 W. Zmiany dla wersji o mniejszych mocach są przedstawione w tabeli 2.

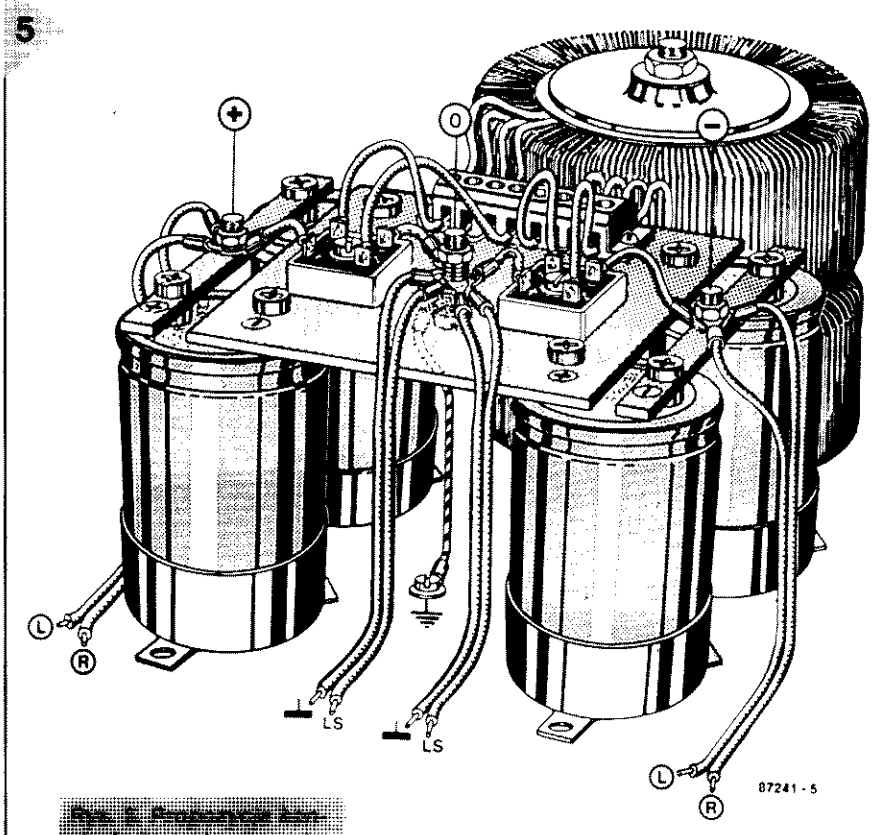
4





Rys. 4. Montaż tranzystorów mocy do kątownika. Sam kątownik jest już przystosowany do płytki drukowanej.

5



Rys. 5. Przykładowy kształt zbudowanej mechanicznej obudowy.

Konstrukcja mechaniczna

Proponujemy wykonać wzmacniacz na płytce drukowanej przedstawionej na ***rysunku 3***. Przed rozpoczęciem montażu należy wybrać jedną z trzech proponowanych wersji. ***Rysunek 2*** oraz lista części obok rysunku 3 odpowiadają wersji 160W. Zmiany dla trzech innych wersji: 60W, 80W i 120 W prezentuje ***tabela 2***.

Jak widać na ***rysunku 4,*** MOSFET-y i termistory z ujemnym współczynnikiem są montowane na kątowniku. Termistory wkręcone do otworów M3 z długością gwintu 25mm. Należy użyć dużych ilości pasty przewodzącej ciepło.

Rezystory R29 i R31 są przylutowane bezpośrednio do wyprowadzeń bramek tranzystorów mocy od strony druku.

Indukcyjność L1 jest nawinięta na R36 i powinna być wykonana z dobrze izolowanego drutu. Końcówki C1 są przylutowane obok wyprowadzeń R36.

Kondensator C1 może być elektrolitem, ale zalecamy typ MKT.

„Twarze" (płaskie powierzchnie boczne) T1 i T2 powinny być sklejone razem, co zapewni taką samą temperaturę obydwu tranzystorów.

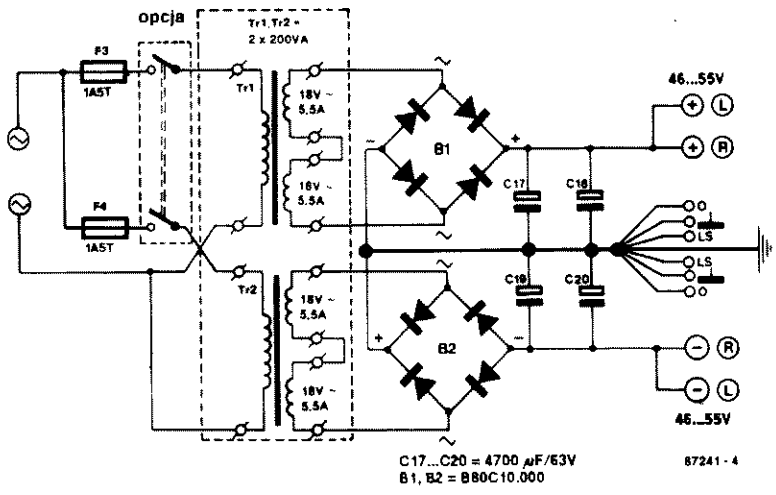
Prosimy nie zapomnieć o zworach.

Na ***rysunku 6*** jest przedstawiony zasilacz dla wersji 160W, a zmiany dla pozostałych wersji w ***tabeli 2***. Propozycja mechanicznej konstrukcji zasilacza jest widoczna na ***rysunku 7***.

Przed połączeniem wzmacniacza z zasilaczem należy zmierzyć napięcia, które zasilacz dostarcza. Nie mogą być one większe niż ±55V, bo inaczej tranzystorom mocy grozi zniszczenie w chwili pierwszego włączenia urządzenia. Zasilacz należy sprawdzać z podłączonym odpowiednim obciążeniem zastępczym, jeżeli jest to możliwe.

Po upewnieniu się, że zasilacz pracuje bez zastrzeżeń można przykręcić kątownik z tranzystorami mocy do radiatora. Rysunek 7 sugeruje wielkość radiatora dla dwukanałowej wersji wzmacniacza. Dla jasności obrazu na rysunku przedstawiono tylko zarysy składników zasilacza. Miejsce styku kątowników z radiatorami powinno być posmarowane pastą przewodzącą ciepło. Każdy kątownik należy przykręcić do radiatora przynajmniej sześcioma śrubami M4 x 4.

Zalecamy ułożenie kabli według rysunku 7. Najlepiej rozpocząć od kabli zasilających. Następnie ułożyć kable uziemiające z zasilacza do płytek drukowa-



Rys. 6. Schemat blokowy układu dla wersji o mniejszej mocy.

nych i dalej do masy wyjściowej. Potem przychodzi kolej na kable głośnikowe z płytek do gniazd głośnikowych, a później - na kable sygnałowe z gniazd wejściowych do płytek wzmacniacza. Masa wejściowa musi być podłączona tylko do masy na płytce drukowanej - i nigdzie więcej!

Uruchamianie i testowanie

Zamontować rezystory 10Ω/0,25W zamiast bezpieczników F1 i F2 na płytce drukowanej. Potencjometr P2 musi być obrócony do oporu w lewo, a P1 - ustawiony na środku. Wyjście wzmacniacza pozostaje otwarte, a wejście musi być zwarte do masy.

Włączamy zasilanie. Jeżeli w układzie jest jakiekolwiek zwarcie, to 10-omowe rezystory pójdą z dymem! Gdy tak się stanie, natychmiast wyłączyć wzmacniacz, znaleźć i naprawić uszkodzenie. Dopiero wtedy można włączyć wzmacniacz.

Jeżeli wszystko wydaje się w porządku, przy pomocy woltomierza prądu stałego z zakresem 3V lub 6V sprawdzamy napięcie na 10-omowych rezystorach. Miernik powinien wskazać zero. Napięcie większe od zera wskazuje, że P2 nie jest obrócony do oporu w lewo. Napięcie powinno zwiększać się w miarę obracania P2 w prawo. Ustawić napięcie 2V. Oznacza ono, że przez każdy MOSFET płynie prąd 200mA.

Wyłączyć układ i zastąpić rezystory bezpiecznikami. Włączyć znowu i zmierzyć napięcie między masą a wyjściem wzmacniacza. Nie powinno być ono większe niż ±200mV. Wzmacniacz jest gotowy do pracy.

Końcowa uwaga. Jak już wspominaliśmy, próg zadziałania układu zabezpieczenia przed przegrzaniem musi być ustawiony na około 72,5°C. Próg ten można sprawdzić ogrzewając radiator na przykład suszarką do włosów i mierząc jego tempearturę. Taka procedura nie jest absolutnie konieczna. Potencjometr P1 może być pozostawiony w środkowym położeniu.

Należy skorygować położenie P1 tylko wtedy, gdy wzmacniacz będzie wyłączał się zbyt często. Położenie potencjometru nie powinno jednak wiele odbiegać od środkowego. ■

Tabela 2. Zmiany i różnice dla wersji o mniejszych mocach.

Tranzystory mocy		2 x BUZ20	2 x BUZ23	4 x BUZ20	Jednostka
Napięcie zasilania					
(P_{out}=max)	≥	±33	±36	±40	V
(P_{out}=0)	≤	±38	±42	±50	V
Pobór prądu					
(P_{out}=max)	≥	0,1	0,1	0,2	A
(P_{out}=0)	≤	1,7	2	2,3	A
(zwarcie na wyj.)		1	1	1,8	A
Moc wyjściowa (f=1kHz, R_L=4Ω)		60	80	120	W

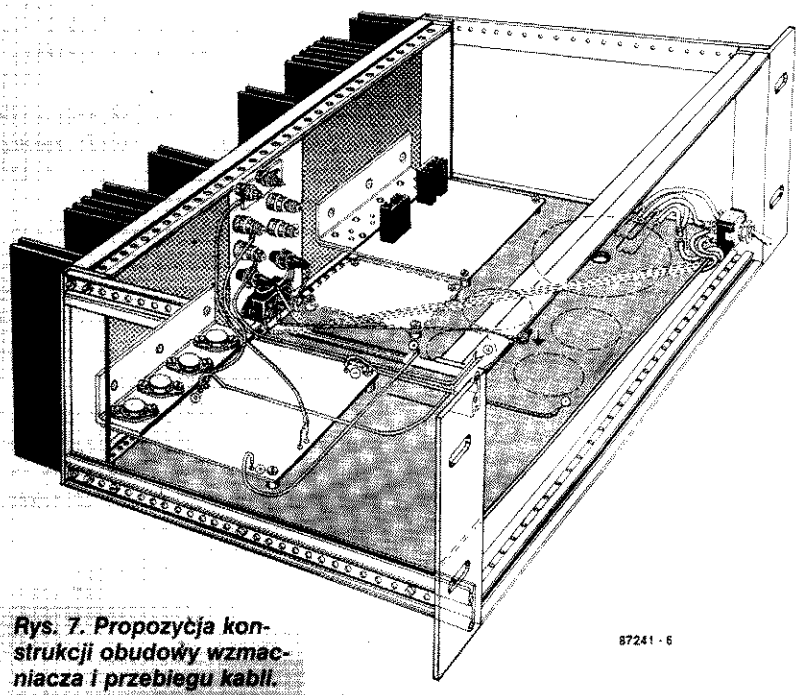
WYMAGANE TRANZYSTORY

Tranzystory	60W	80W	120W
T1, T2	BC414C	BC414C	BC546B
T3, T4	BC237B	BC237B	BC546B
T5	BC307B	BC307B	BC556B
T6, T7	BC237B	BC237B	BC546B
T8...T10	BC307B	BC307B	BC307B
T11	BC237B	BC237B	BC546B
T12, T13	BC556B	BC556B	BF870
T14	BC546B	BC546B	BF869
T15a, T16a	BUZ20	BUZ23	BUZ20
T15b, T16b	—	—	BUZ20

Rezystory dla układu zabezpieczenia przed zwarciem	R25a, b	R28a, b	R26	R27	Jedn.
60/80W	330	120	2,7k*)	1k*)	Ω
120/160W	330	220	4,7k*)	1,8k*)	Ω

*) *Próg zadziałania układu zabezpieczenia przed zwarciem jest określony przez te wartości i musi być korygowany dla każdego egzemplarza.*

7



Rys. 7. Propozycja konstrukcji obudowy wzmacniacza i przebiegu kabli. Rysunek sugeruje także niezbędną wielkość radiatorów.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R3: 2,2kΩ
R2, R13, R22: 33kΩ
R4, R5, R10, R11, R14: 3,3kΩ
R6, R7, R23, R24, R30, R32: 1kΩ
R8: 7,5kΩ
R9, R15, R18, R26: 4,7kΩ
R12: 10kΩ
R16: 10kΩ
R17: 6,8kΩ (NTC)*
R19, R20, R29a, R29b, R31a, R31b: 100Ω
R22: 1,2kΩ
R25a, R25b: 330Ω
R27: 1,8kΩ
R28a, R28b: 220Ω
R33a...h, R34a...h: 1Ω, 1W
R35, R37: 10Ω
R36: 10Ω, 1W
P1: 100kΩ, potencjometr montażowy
P2: 470Ω, potencjometr montażowy
*Siemens typ K45 lub odpowiednik

Kondensatory

C1: 10μF (MKT)
C2: 47pF
C3: 10μ/16V
C4: 2,2pF
C5, C6: 10nF
C7, C9: 100nF
C8, C10: 100μF/100V
C11: 100pF/100V
C12: 47pF/100V

Półprzewodniki

D1, D2, D4, D6, D7: 1N4148
D3, D5: dioda Zenera 8,2V, 0,4W
T1...T4, T6, T7, T11: BC546B
T5, T8...T10: BC556B
T12, T13: BF870
T14: BF869
T15a, T15b, T16a, T16b: BUZ23

Różne

L1: 15 zwojów emaliowanego drutu miedzianego 0,2mm nawiniętego na R36
F1, F2: bezpieczniki miniaturowe 4A w uchwytach na płytce drukowanej
kątownik aluminiowy według rysunku 4
B1, B2: mostek prostowniczy
F3, F4: bezpiecznik miniaturowy
Tr1, Tr2: transformator sieciowy z uzwojeniami wtórnymi 2x18V/55A (200VA)
płytka prototypowa SD-87241, 2,5dm²

ELTRON

Kompetentny partner w elektronice



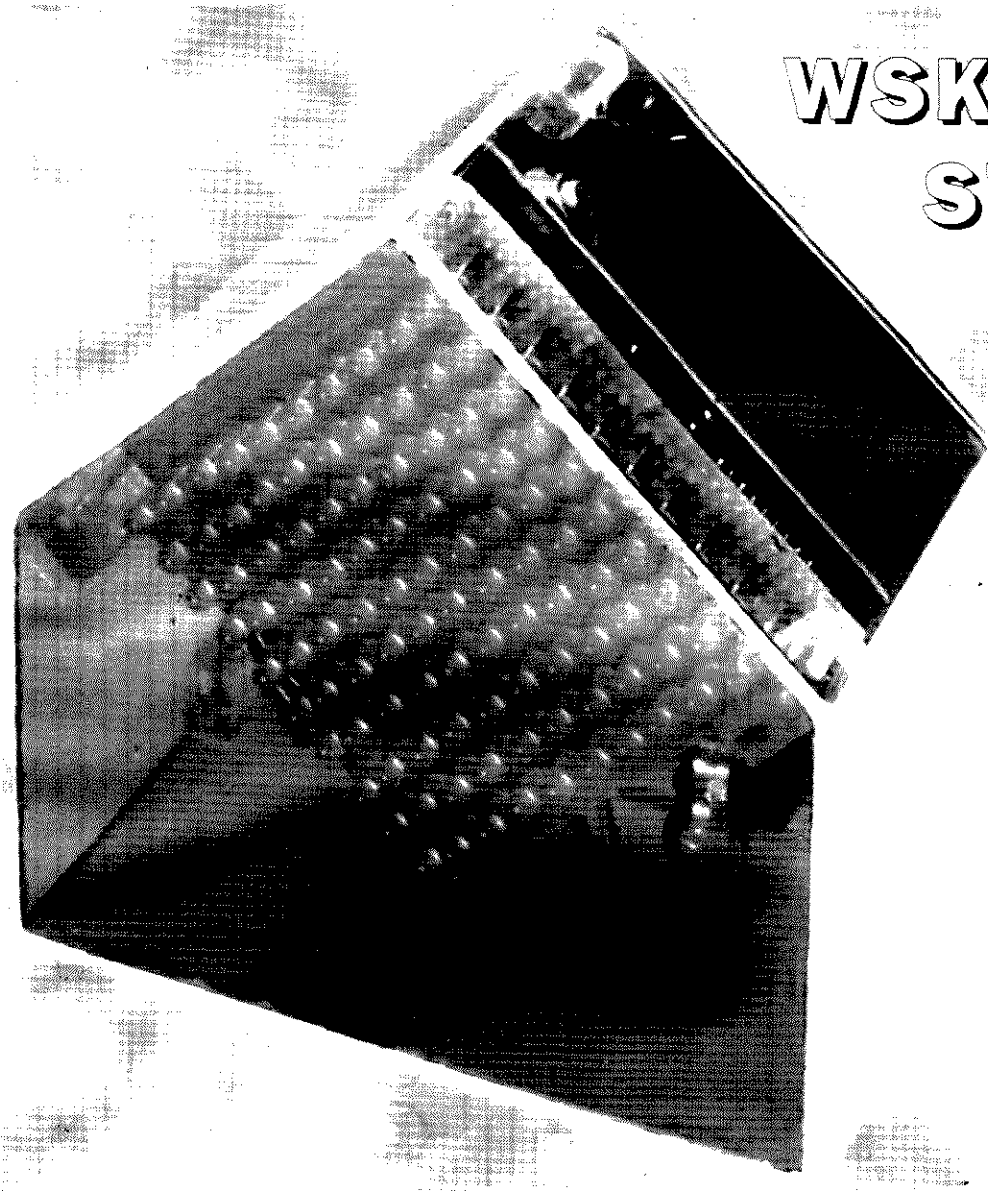
- pamięci, mikrokontrolery, specjalistyczne układy telekomunikacyjne, logika cyfrowa;
- układy liniowe, optoelektronika;
- diody, mostki, tranzystory, tyrystory;
- bloki IGBT, diaki, triaki, bezpieczniki;
- diody zabezpieczające, warystory, odgromniki;
- kondensatory, kwarce, rezystory;
- obudowy, złącza i inne...

Dystrybutor firm:

SGS-THOMSON, TOSHIBA
SAMSUNG, DIOTEC
LESAG, WIMA

50-053 WROCŁAW, ul. Szewska 3
tel. (071) 44 25 32, fax (071) 44 11 41
01-793 WARSZAWA, ul. Rydygiera 12, tel./fax (022) 663 47 84
80-748 GDAŃSK, ul. Chmielna 26, tel./fax (058) 46 28 47

WSKAŹNIK STEREO

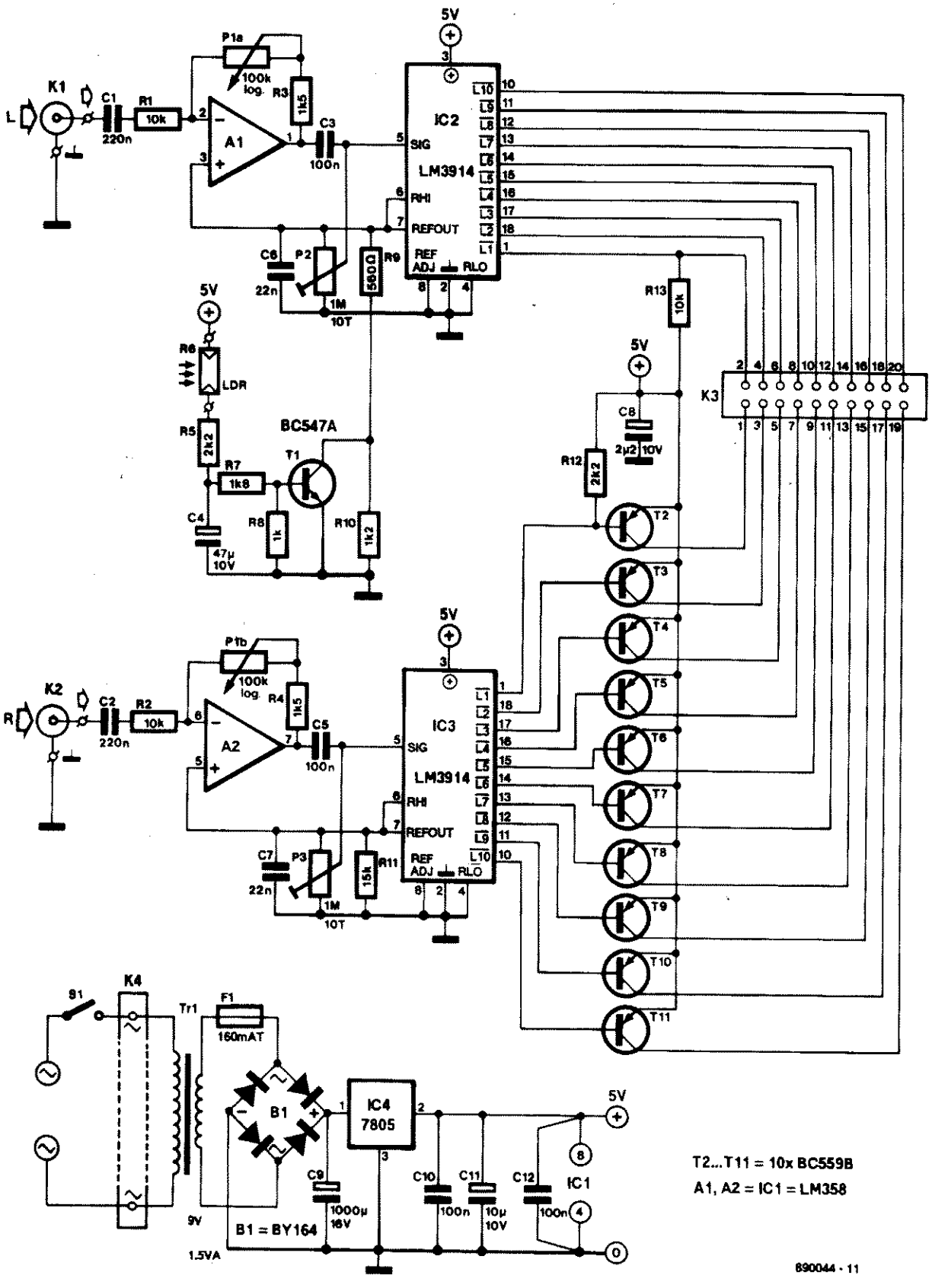


Ta elektroniczna mozaika jest niekonwencjonalnym wskaźnikiem wysterowania. Diodowa matryca 10 x 10 LED wyświetla poziom sygnału z uwzględnieniem zróżnicowania kanałów stereo.

C. J. Ruissen i A. C. Houwelingen

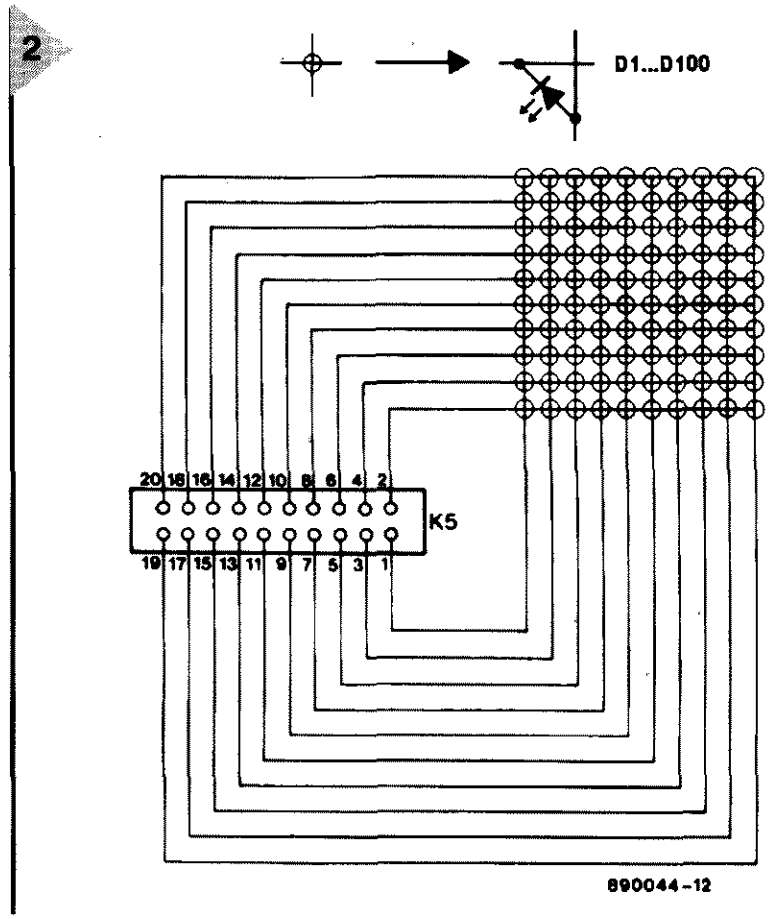
Układ ten najlepiej charakteryzuje określenie: wyświetlacz x-y sygnałów audio, jednak nie wyświetla on krzywych Lissajous. Sercem urządzenia jest układ scalony LM3914 firmy National Semiconductor. W pierwszej chwili ten sterownik wyświetlaczy punktowo-schodkowych wydaje się układem zupełnie konwencjonalnym. Zawiera on dziesięć komparatorów, dokładny liniowy dzielnik napięcia i źródło napięcia wzorcowego. Jednak konfiguracja tych składników nadaje LM3914 szereg interesujących cech:

- wyjścia nadają się do sterowania LED, LCD, wyświetlaczy LED, lub miniaturowych żaróweczek,
- oddzielne wejście umożliwia wybranie punktowego lub słupkowego trybu wyświetlania,
- pozwala na łatwe łączenie kaskadowe dla wyświetlaczy o rozdzielczości do 100 poziomów,
- wewnętrzne źródło wzorcowe, regulowane w granicach od 1,2V do 12V,
- minimalne napięcie zasilania 3V,
- sterowane prądowo wyjścia z otwartym kolektorem,
- prąd wyjściowy programowalny od 2mA do 30mA,
- nie multipleksowane przełączanie,
- maksymalne napięcie wejściowe ±35V,
- wyjście kompatybilne z układami TTL i CMOS,
- ruchomy 10-stopniowy dzielnik, dający się użyć w szerokim zakresie napięć, również z wewnętrznym źródłem wzorcowym.



Rys. 1. Schemat wskaźnika stereo.

Rys. 2. Konfiguracja matrycy na 100 LED.



Opis układu

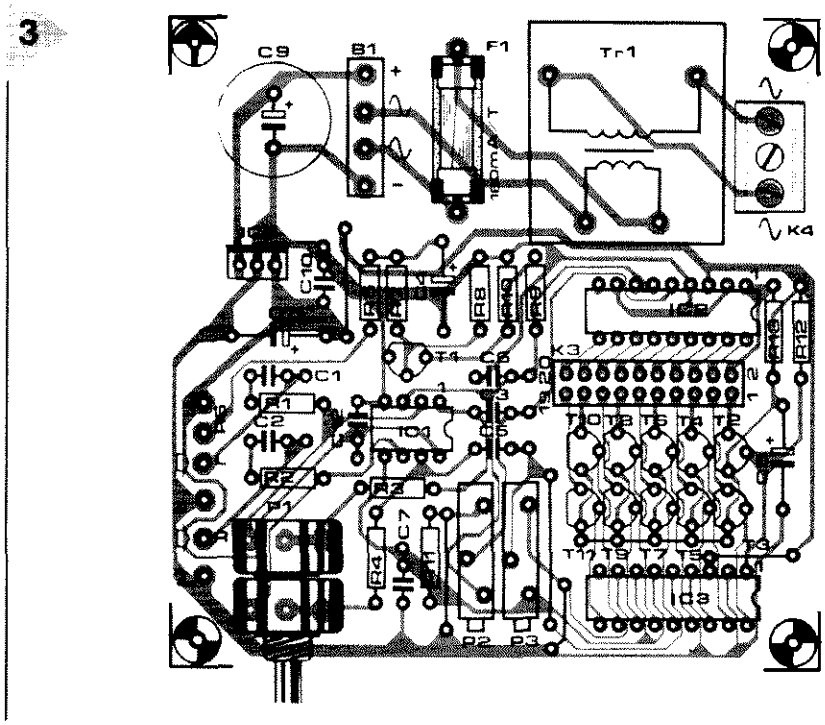
Schemat układu matrycy 10 x 10 LED, od którego zależy wygląd wskaźnika stereo, jest pokazany na ***rysunku 2***. Rozmiary matrycy wynikają z jej kwadratowego układu. Pozycja kwadratu zależy oczywiście od upodobań użytkownika, a nie od konfiguracji systemu. W sfotografowanym prototypie współrzędne X1-Y1 są u dołu, a X10-Y10 u góry.

Konfiguracja matrycy umożliwia indywidualne włączenie i wyłączenie każdej ze 100 LED. Wyboru wymaganej LED dokonuje się przez wprowadzenie jednej z kolumn X1...X10 i jednego z rzędów Y1...Y10 odpowiednio w stan wysoki i w stan niski. W pokazanym na ***rysunku 1*** schemacie użyto dwóch układów LM3914, IC2 jako sterownika kolumn, a IC3 jako sterownika rzędów. Oba LM3914 działają w trybie punktowym, zatem równocześnie mogą być wybrane tylko jedna kolumna i jeden rząd, tylko jedna LED może świecić. Jednakże wyjścia tych układów trochę się nakładają, dwie LED naraz mogą być na krawędzi przełączania.

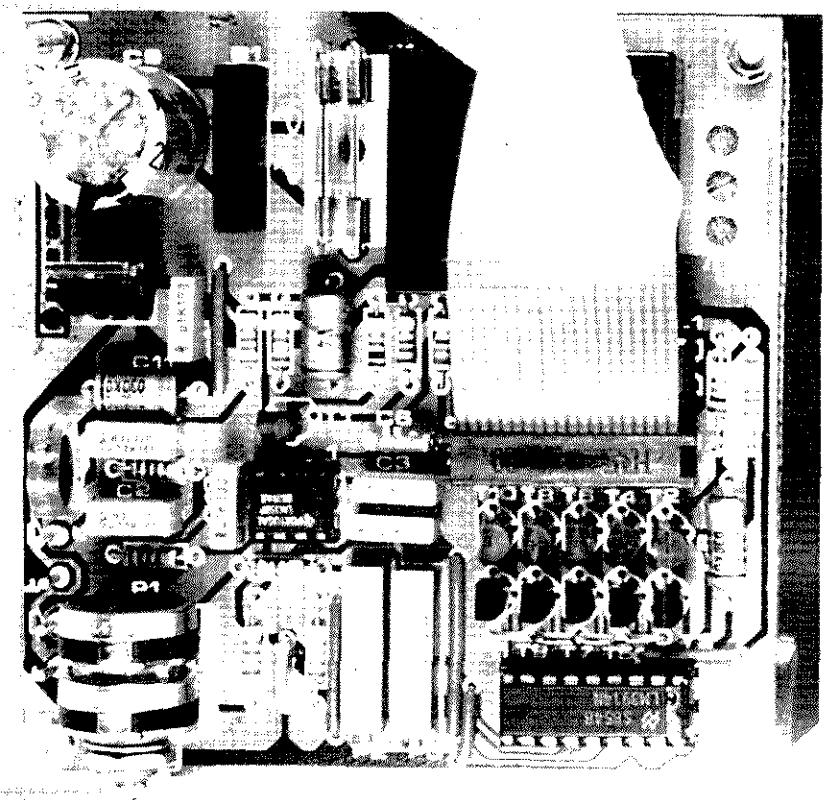
Tranzystory T2...T11 służą jako inwertery, ponieważ sterownik kolumn musi łączyć z napięciem zasilania a nie z masą. Programowalne źródło wzorcowe w IC3 zostało dostosowane do stosunkowo małych prądów baz tranzystorów odwracających. Natomiast źródło wzorcowe w IC2 zostało dostosowane do znacznie większych prądów, pobieranych przez bezpośrednio sterowane LED.

Źródło prądowe w LM3914 reguluje się w raczej niekonwencjonalny sposób. Jego prąd wyjściowy jest dziesięciokrotnie większy od prądu dostarczanego przez wzorcowe źródło napięcia. Trzeba więc tylko obciążyć je odpowiednim rezystorem. R11 ustala prąd wyjściowy IC3 na około 2mA. W IC2 zastosowano nieco inny sposób. W tym wypadku fotorezystor (LDR) R6 wraz ze wzmacniaczem tranzystorowym (T1) tworzą obciążenie, którego oporność zależy od oświetlenia. Zastosowany układ pozwala zmieniać prąd LED w granicach od 8mA do 25mA.

Wyjścia $\overline{L1}$ w IC2 i IC3 zaopatrzono w rezystory podciągające w celu całkowitego odcięcia LED wtedy, gdy nie mają świecić. Jest to konieczne dlate-



4



Rys. 4. Widok zmontowanego wskaźnika.

go, że wyjścia $\overline{L1}$ są zaopatrzone w źródła dodatkowego prądu, używanego do kaskadowego łączenia sterowników w większe wyświetlacze. Rezystory podciągające uniemożliwiają przewodzenie tranzystora T2 i zaświecenie jednej diody matrycy, gdy $\overline{L1}$ nie jest aktywne.

Sygnały audio są tłumione przed wprowadzeniem do wskaźnika stereo, aby można było dokładnie uregulować poziomy wysterowania IC2 i IC3. Czułość układu reguluje się potencjometrem P1. Dopuszczalny poziom wejściowy wskaźnika mieści się w granicach od 45mV do 3V.

Zerowy punkt matrycy jest przesunięty do środka kwadratu wyświetlacza napięciami polaryzującymi, na które są nałożone sygnały audio. Napięcia te reguluje się za pomocą 10-obrotowych potencjometrów montażowych P2 i P3, którymi nastawia się napięcie równe połowie napięcia wzorcowego. Nie jest do tego potrzebny woltomierz, ponieważ przesunięcie pozycji zerowej jest widoczne na wyświetlaczu.

Układ jest zasilany przez konwencjonalny zasilacz stabilizowany 5V, umieszczony wraz z transformatorem na płytce drukowanej.

Montaż jest bardzo prosty

Na pokazanej na **rysunku 3** płytce drukowanej mieszczą się wszystkie części, za wyjątkiem matrycy LED i fotorezystora sterującego natężeniem wyświetlania. Po wlutowaniu zworek montaż elementów jest bardzo prosty.

Matrycę LED montuje się osobno na kwadratowym kawałku płytki uniwersalnej. Montaż LED i ich rombowych połączeń od tyłu płytki bardzo się upraszcza, jeżeli matrycę obróci się o 45° w stosunku do kierunku pasków na płytce. Matrycę LED łączy się z płytką główną za pomocą krótkiego odcinka przewodu taśmowego, dla którego na płytce przewidziano 20-stykowe złącze K3.

Regulacja wskaźnika stereo jest nadzwyczaj prosta. Za pomocą potencjometrów P2 i P3 sprowadza się świecenie do czterech środkowych LED. Wymaganą czułość dobiera się następnie za pomocą P1. ■

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory (5%)

R1, R2, R13: 10kΩ
R3, R4: 1,5kΩ
R5, R12: 2,2kΩ
R6: LDR (fotorezystor)
R7: 1,8kΩ
R8: 1kΩ
R9: 560Ω
R10: 1,2kΩ
R11: 15kΩ
P1: 100kΩ, potencjometr logarytmiczny stereo
P2, P3: 1MΩ, wieloobrotowy potencjometr montażowy

Kondensatory

C1, C2: 220nF
C3, C5, C10, C12: 100nF
C4: 47µF/10V, leżący
C6, C7: 22nF
C8: 2,2µF/10V, leżący
C9: 1000µF/16V, stojący
C11: 10µF/10V, leżący

Półprzewodniki

B1: BY164
D1...D100: LED ø5mm
T1: BC547A
T2...T11: BC559B
IC1: LM358
IC2, IC3: LM3914
IC4: 7805

Różne

F1: bezpiecznik 160mA z oprawką do druku
S1: jednoobwodowy wyłącznik sieciowy
Tr1: transformator 9V/1,5A do druku
K1, K2: gniazdko fono
K3: 2 x 10-stykowe złącze szpilkowe
K4: blok 2-zaciskowy do druku
K5: 2 x 10-stykowe złącze zaciskowe
płytka prototypowa SD-890044, 0,8dm²

PRZYSTAWKA DO POMIARU POZIOMU ZNIEKSZTAŁCEŃ NIELINIOWYCH



współpracująca z oscyloskopem

Większości pomiarów wielkości elektrycznych takich jak napięcie, natężenie prądu, rezystancja lub częstotliwość można dokonać posługując się multimetrem. Niestety, pomiar poziomu zniekształceń nieliniowych we wzmacniaczu akustycznym wymaga bardziej skomplikowanego i kosztownego sprzętu. Proponowany dalej układ, współpracujący z oscyloskopem, umożliwia analizę i ocenę poziomu tych zniekształceń.

T. Giesberts

Konstruktorzy eksperymentujący ze sprzętem audio często dokonują pomiaru impedancji, poziomu mocy wyjściowej, stosunku sygnału do szumu, czułości oraz... poziomu zniekształceń nieliniowych. Dla osób spoza kręgu profesjonalistów ten ostatni pomiar stanowi zwykle największy problem. Nie leży on zresztą w samym pomiarze, ale w koszcie potrzebnych do przeprowadzenia go przyrządów. Ponadto, nowicjusze nie zawsze dokładnie zdają sobie sprawę z tego, czym są zniekształcenia nieliniowe.

Prezentowany układ umożliwia obejrzenie na ekranie prostego oscyloskopu zniekształceń sygnału. Nie pozwala wprawdzie na ocenę poziomu z dokładnością do pojedynczych procentów, ale pozwala na przyzwoite oszacowanie ich wypadkowego poziomu (THD - Total Harmonic Distortion).

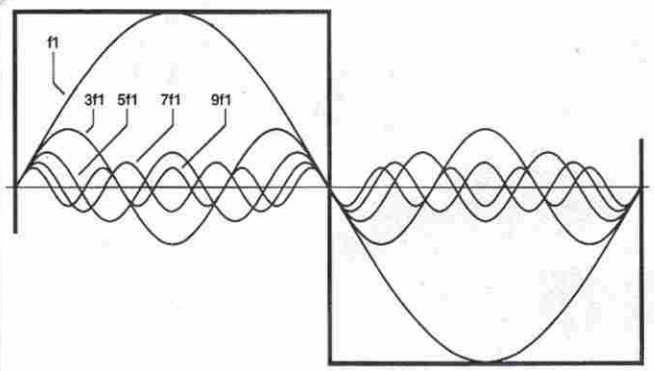
Układ ułatwia także znalezienie odpowiedzi na pytanie, jakie kroki należy przedsięwziąć, by w danym wzmacniaczu zwiększyć lub zmniejszyć poziom zniekształceń.

Czy to jest słyszalne?

Oczywiście, każdy konstruktor sprzętu audio stara się jak najbardziej ograniczyć poziom zniekształceń. Powstaje jednak pytanie, czy odsłuch ze wzmacniacza o poziomie zniekształceń, powiedzmy, 0,5% daje odczuwalnie mniejszą przyjemność niż odsłuch ze wzmacniacza o poziomie zniekształceń 0,01%.

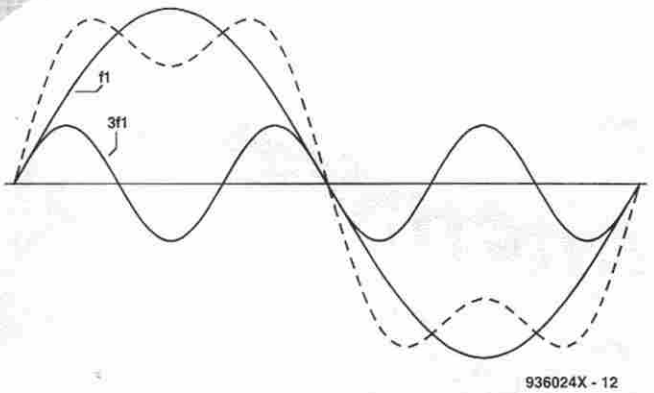
Liczby określające poziom zniekształceń nieliniowych oczywiście pozwalają na porównanie jakości sprzętu audio. Aby jednak móc właściwie ocenić takie dane, trzeba dobrze rozumieć, czym są zniekształcenia nieliniowe, jak powstają i jak można je zmierzyć.

1



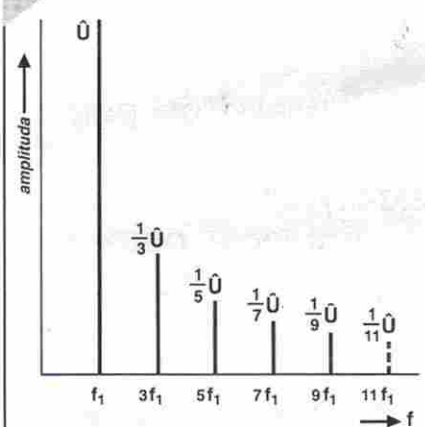
Rys. 1. Sygnał nie będący sygnałem sinusoidalnym złożony jest z pewnej liczby składowych sinusoidalnych o różnych częstotliwościach. Szczególnie wysoką liczbę takich składowych, nazywanych harmonicznymi, zawiera sygnał prostokątny.

2



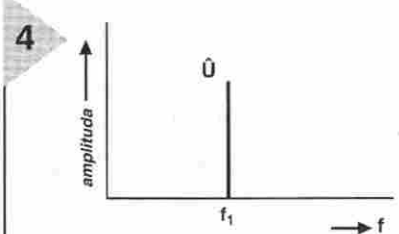
Rys. 2. Dodając do składowej podstawowej sygnału prostokątnego trzecią harmoniczną uzyskuje się aproksymację sygnału prostokątnego. Zsumowanie składowej podstawowej i wszystkich harmonicznych pozwala na wierne odtworzenie sygnału prostokątnego.

3



Rys. 3. Widmo częstotliwościowe daje dobre wyobrażenie o zawartości harmonicznych sygnału.

4



Rys. 4. Widmo sygnału sinusoidalnego jest proste - zawiera tylko jeden prążek, odpowiadający składowej podstawowej.

Składowe harmoniczne

By zrozumieć, czym są zniekształcenia nieliniowe, trzeba znać skład widmowy sygnału akustycznego. Najbardziej popularnymi sygnałami akustycznymi niewątpliwie są sygnały sinusoidalne i prostokątne. Jak wykazał Fourier, każdy sygnał - oprócz sinusoidalnego - zawiera pewną (większą od 1) liczbę składowych sinusoidalnych o różnych częstotliwościach.

Przedstawiony na ***rysunku 1*** sygnał prostokątny zawiera - jak wynika z analizy fourierowskiej - znaczną liczbę składowych sinusoidalnych. Tzw. częstotliwość podstawowa sygnału odpowiada odwrotności okresu sygnału prostokątnego, natomiast pozostałe składowe, noszące nazwę harmonicznych, są wielokrotnościami składowej podstawowej. Przykładowo, sygnał prostokątny o częstotliwości 1kHz zawiera składowe harmoniczne o częstotliwościach 3kHz, 5kHz, ...21kHz itd. W przypadku sygnału prostokątnego występują w nim tylko nieparzyste harmoniczne. Wartość amplitud tych harmonicznych maleje ze wzrostem ich częstotliwości. W wyniku zsumowania składowej podstawowej i trzeciej harmonicznej uzyskuje się sygnał przypominający przebieg prostokątny (***rysunek 2***).

Przedstawienie sygnału prostokątnego przy pomocy sygnałów sinusoidalnych (rysunek 1) jest mało czytelne. Bardziej zrozumiała jest prezentacja w postaci prążków (***rysunek 3***), gdzie najwyższy prążek reprezentuje składową podstawową, natomiast pozostałe przedstawiają harmoniczne. Wysokość prążka odpowiada amplitudzie danej składowej odniesionej do amplitudy składowej podstawowej. I tak np. amplituda 5 harmonicznej wynosi 20% ($^1/_5$) amplitudy składowej podstawowej.

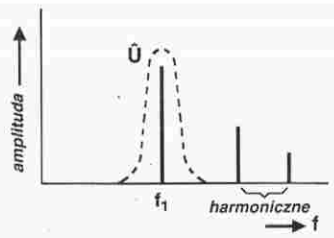
Pomiar zniekształceń

Jak już wspomniano, sygnał sinusoidalny jest wolny od zniekształceń (***rysunek 4***). Jeśli taki sygnał zostanie podany na wejście idealnego wzmacniacza, sygnał wyjściowy będzie również pozbawiony zniekształceń. Niestety, wzmacniacze takie nie istnieją: każdy rzeczywisty wzmacniacz mocy wprowadza pewne zniekształcenia, czyli jego sygnał wyjściowy zawiera pewne harmoniczne. Harmonicznych tych nie można zobaczyć w sygnale wyjściowym - aby stały się widoczne, należy wyeliminować z sygnału składową podstawową.

Filtracja

Składową podstawową można usunąć z sygnału przy pomocy filtru pasmowo-zaporowego o wąskim pasmie (***rysunek 5***), który nie zmieni amplitud harmonicznych. Podając sygnał po takiej filtracji na wejście oscyloskopu można oszacować wypadkowy poziom harmonicznych.

5



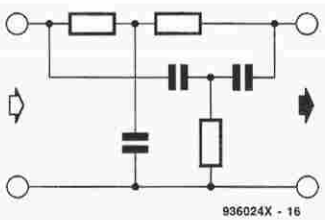
Rys. 5. Odpowiednio zaprojektowany filtr może wyeliminować z widma sygnału składową podstawową i pozostawić w nim tylko harmoniczne.

Filtrem doskonale nadającym się do takiego zastosowania jest filtr typu „podwójne T" (***rysunek 6***), którego schemat wyjaśnia nadaną mu nazwę. Teoretycznie układ taki może całkowicie wyeliminować pewną częstotliwość (lub wąskie pasmo), ale w praktyce tłumienie to nie jest całkowite. Główną tego przyczyną są tolerancje elementów biernych oraz niedoskonałość wzmacniacza operacyjnego. Typowa charakterystyka takiego układu przedstawiona jest na ***rysunku 7***. Najsilniej tłumiony jest sygnał o częstotliwości f_0, a o jakości filtru świadczą szerokość pasma zaporowego i stopień tłumienia f_0.
Zrozumiałe jest, że projektowanie układu „podwójne T" musi odbywać się według precyzyjnych zasad. Stosunek wartości elementów musi być taki jak wskazany na ***rysunku 8***, a także wymagana jest możliwie jak najniższa impedancja źródła wysterowującego układ „T podwójne" i jak najwyższa impedancja jego obciążenia.
Wzmacniacz operacyjny ze swą niską impedancją wyjściową doskonale więc nadaje się do sterowania układu „podwójne T", a że ma on również bardzo wysoką impedancję wejściową, może także stanowić obciążenie układu 2T.
Ponieważ pasmo zaporowe filtru jest bardzo wąskie, nawet tak niewielka zmiana wartości elementu biernego jak 0,5% może spowodować spadek tłumienia od bardzo wysokiej wartości do np. –25dB. Ponieważ celem stosowania tego układu jest jak najsilniejsze wytłumienie składowej podstawowej, wartości podzespołów powinny być jak najbliższe wartościom teoretycznym.

Opis układu

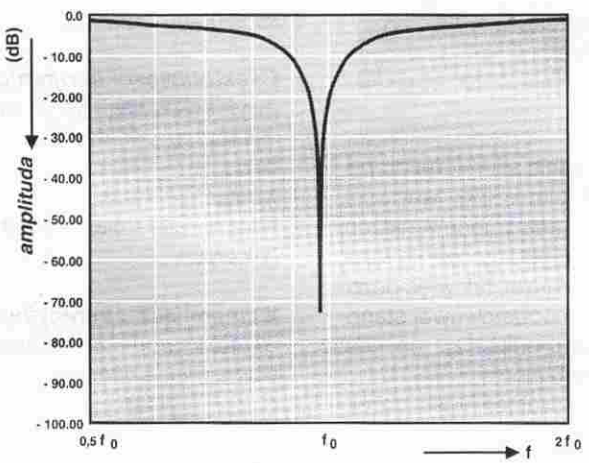
Układ przedstawiony na ***rysunku 10*** pokazuje sposób kompensacji tolerancji elementów: każdy z elementów złożony jest z elementu stałego i regulowanego - potencjometru bądź trymera. Rozwiązanie to pozwala uniknąć stosowania drogich elementów o wysokich tolerancjach.

6



Rys. 6. Wchodzące w skład układu „podwójne T" dwie sieci RC w kształcie litery T wyjaśniają nazwę całości.

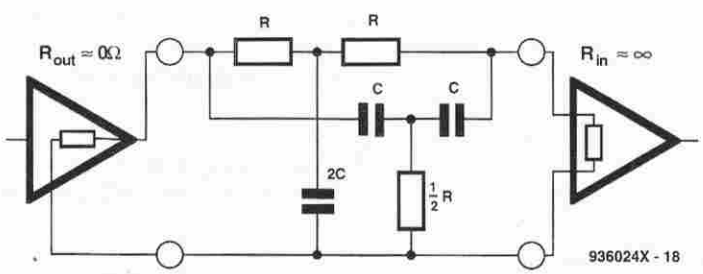
7



Rys. 7. Charakterystyka częstotliwościowa układu „podwójne T". Częstotliwość środkowa f_0 jest silnie tłumiona, natomiast poziom harmonicznych nie ulega zmianie.

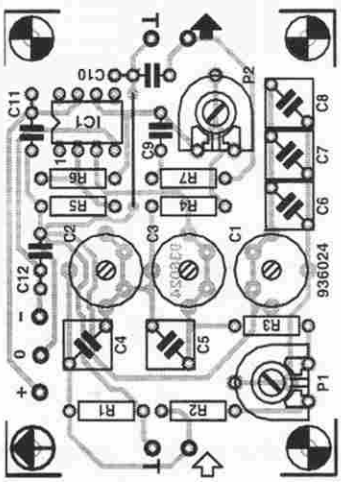
Umieszczając układ „podwójne T" w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego uzyskuje się poprawę własności filtru. Współczynnik dobroci układu Q określony jest przez stosunek rezystorów R5/R6. Im wyższa wartość współczynnika Q, tym węższe pasmo zaporowe filtru. W prezentowanym układzie wartość Q dobrano tak, by druga harmoniczna f_0 nie była tłumiona. Prototyp filtru bezpośrednio po włączeniu zasilania daje tłumienie f_0 rzędu 100dB (czyli 105 razy), ale po kilkunastu minutach pracy układu maleje ono do około 70dB (czyli $3,2 \times 10^3$ razy). W przewidywanych zastosowaniach tłumienie 70dB jest w zupełności wystarczające (patrz rysunek 7). Jeśli na wejście takiego filtru podany zostanie sygnał prostokątny, jego składowa

9



Rys. 8. Przy realizacji układu „podwójne T" pożądane jest, by wartości elementów były jak najbliższe wartościom obliczonym. Filtr taki powinien współpracować ze źródłem sygnału o niskiej impedancji i z wysoką impedancją obciążenia wyjścia.

10



Rys. 10. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (płytka dostępna w Dziale Łączności z Czytelnikami).

podstawowa zostanie stłumiona do poziomu $^1/_{3200}$ jej pierwotnej wartości. Tymczasem amplituda 11 harmonicznej ma poziom $^1/_{11}$ amplitudy nietłumionej składowej podstawowej, tak więc pozostałości składowej podstawowej stanowią $^1/_{290}$ tej harmonicznej, co jest w praktyce do pominięcia.
Szumy wyższych częstotliwości są eliminowane przez filtr dolnoprzepustowy R7-C10.

Kilka wyjaśnień

Częstotliwość środkowa
Jest to częstotliwość środka pasma filtru pasmowoprzepustowego.

Filtr "podwójne T"
Jest to filtr składający się z trzech rezystorów i trzech kondensatorów, tworzących dwie gałęzie T połączone równolegle. Filtr ten tłumi pewną częstotliwość (lub pasmo) i jest w związku z tym określany mianem filtru pasmowozaporowego. Umieszczany w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego daje filtr pasmowoprzepustowy. Stosowany często w układach akustycznych, zwłaszcza w equalizerach.

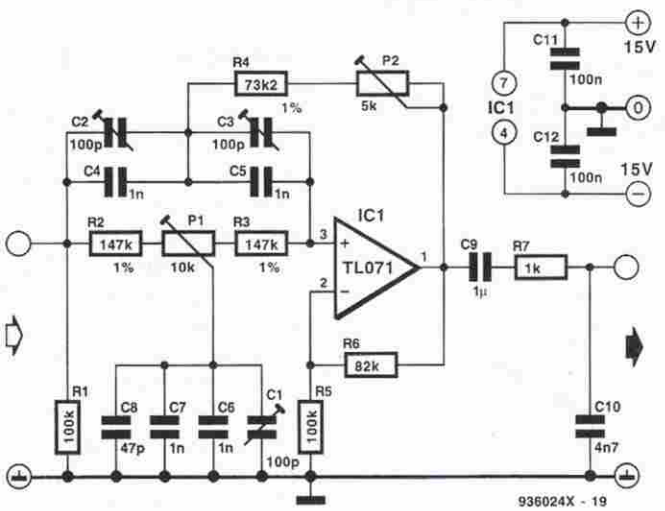
Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830)
Matematyk francuski, twórca teorii analizy harmonicznej, wykorzystywanej w wielu dyscyplinach. W elektronice analiza taka pozwala stwierdzić, że każdy sygnał można przedstawić w postaci sumy harmonicznych.

Częstotliwość podstawowa
Jest to składowa sinusoidalna o częstotliwości będącej odwrotnością okresu sygnału. Bywa także nazywana pierwszą harmoniczną.

Częstotliwości harmoniczne
Zwykle nazywane po prostu harmonicznymi. Wiele generatorów daje - oprócz składowej podstawowej - także pewną liczbę składowych harmonicznych będących wielokrotnościami składowej podstawowej. W niektórych zastosowaniach ta własność generatorów jest wykorzystywana, jednak zazwyczaj stanowi to efekt niepożądany, a harmoniczne noszą nazwę zniekształceń nieliniowych.

Wzmacniacz operacyjny
Układ scalony zawierający jeden lub więcej wzmacniaczy analogowych. Wzmacniacz operacyjny cechuje bardzo wysokie wzmocnienie.

9

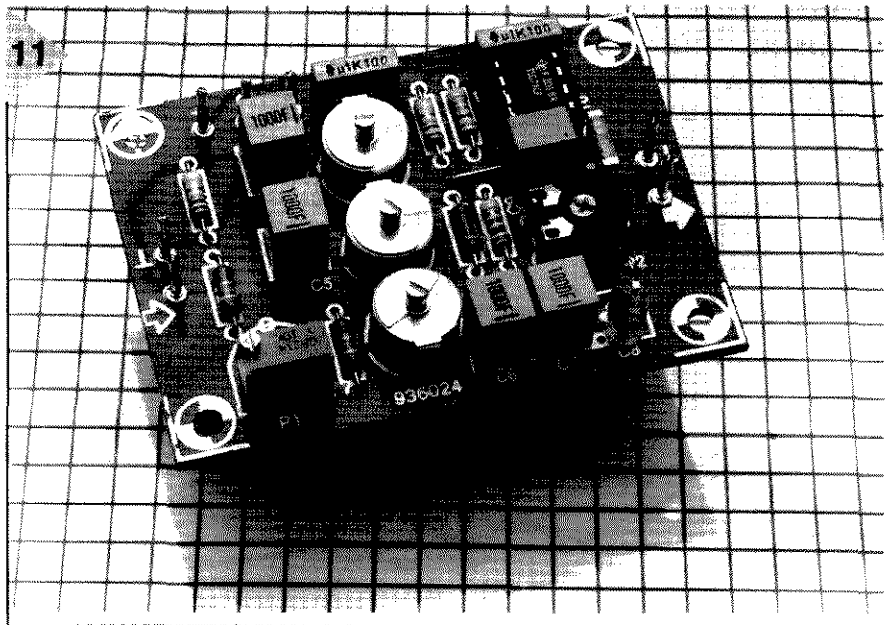


Rys. 9. Układ zawiera jeden wzmacniacz operacyjny. Umieszczenie układu „podwójne T" w pętli sprzężenia umożliwia spełnienie wymagań projektowych i uzyskanie filtru o doskonałych własnościach. Ponieważ elementy określające częstotliwość środkową pasma zaporowego są regulowane, filtr można dostroić.

Wykonanie

Układ najwygodniej zbudować jest używając płytki drukowanej przedstawionej na rysunku 10. Montaż należy rozpocząć od zworek, nóżek oraz końcówek na wejściu i wyjściu. Układ scalony należy umieścić w podstawce.
Użyte potencjometry powinny być wieloobrotowe, ponieważ jednoobrotowe nie zapewnią dostatecznej dokładności regulacji.
Kondensatory powinny być polistyrenowe, a użycie kondensatorów poliestrowych (metalizowanych) spowoduje pogorszenie parametrów filtru.
Rezystory mające wpływ na wartość częstotliwości środkowej pasma zaporowego powinny być metalowe warstwowe, o tolerancji 1% (łatwo dostępne).
Wskazane jest zastosowanie metalowej obudowy zgodnej z zaleceniami ochrony przed zakłóceniami elektromagnetycznymi.

11



Rys. 11. Skompletowana płytka prototypu.

Uruchomienie

Doprowadzić do układu symetryczne zasilanie ±15V. Do wyjścia układu podłączyć oscyloskop lub woltomierz (***rysunek 13***). Na wejście podać sygnał sinusoidalny 1kHz o amplitudzie 13V. Jeśli podany sygnał będzie miał niższą amplitudę, wyjściowy sygnał (zniekształcenia) może być zbyt niski i w związku z tym trudny do zmierzenia. Ponieważ częstotliwość środkową pasma zaporowego układu można przestroić, częstotliwość sygnału wejściowego przede wszystkim powinna być stabilna, niekoniecznie zaś równa 1kHz. Ustawić trymery i potencjometry w środkowych położeniach. Dobrać tak częstotliwość sygnału, by poziom wyjściowy był jak najmniejszy. Regulując najpierw P1 i C1, potem C2 i C3, a na koniec P2, uzyskać minimum sygnału wyjściowego. Powtórzyć opisane regulacje w tej samej kolejności.

Test końcowy przeprowadzany jest w układzie przedstawionym na ***rysunku 12*** (zastosowany generator powinien mieć niski poziom zniekształceń). W normalnych warunkach wzmacniacz nie powinien wprowadzać zniekształceń (***rysunek 14***), jeśli jednak poziom wejściowy będzie zbyt wysoki i nastąpi obcinanie sygnału wyjściowego, pojawią się zniekształcenia (***rysunek 15***).

Przystawka nie została wyposażona w możliwość odczytu poziomu zniekształceń. Niemniej jednak poziom ten można oszacować na podstawie oscylogramów: jeśli poziom sygnału wej-

ZWYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R5: 100kΩ
R2, R3: 147kΩ, 1%
R4: 73,2kΩ, 1%
R6: 82kΩ
R7: 1kΩ
P1: 10kΩ, wieloobrotowy pionowy
P2: 5kΩ, wieloobrotowy pionowy

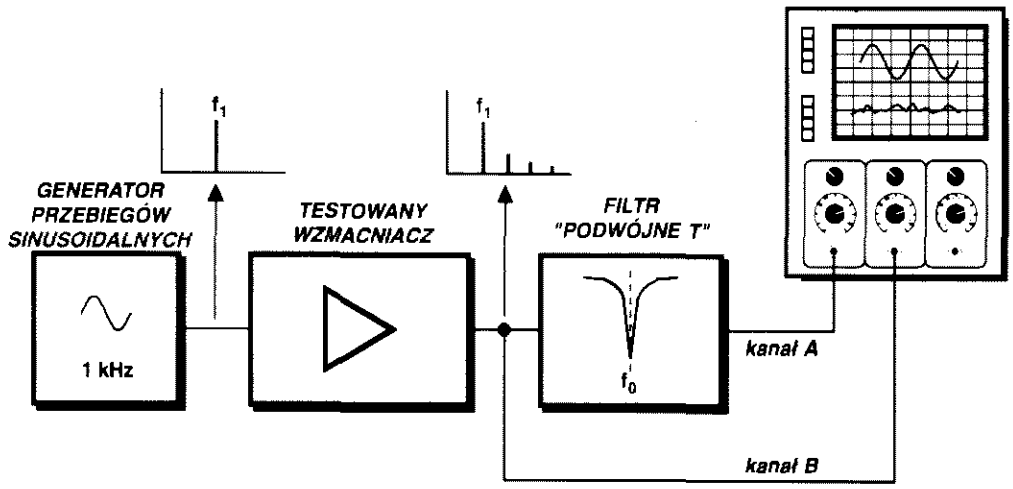
Kondensatory

C1...C3: 100pF, trymer
C4...C7: 1nF, polistyrenowy
C8: 47pF, polistyrenowy
C9: 1μF
C10: 4,7nF
C11, C12: 100nF

Półprzewodniki

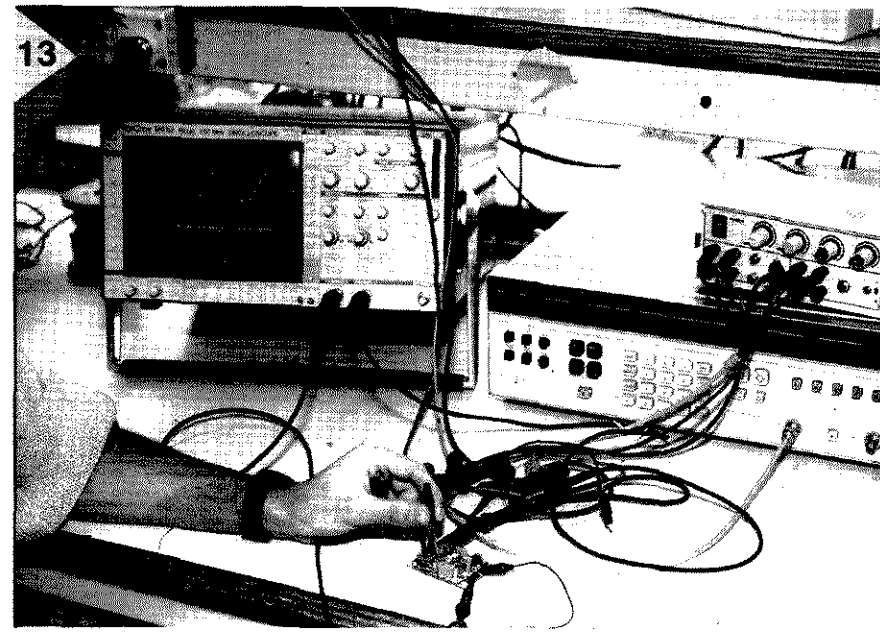
IC1: TL071

12

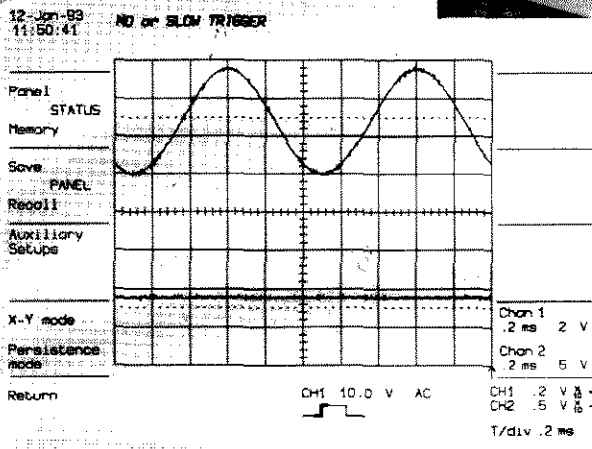


Rys. 12. Zestaw pomiarowy do oceny poziomu zniekształceń wprowadzanych przez wzmacniacz. Wyjście na rysunku wskazuje oscyloskop dwukanałowy, wykorzystany także częstościomierz.

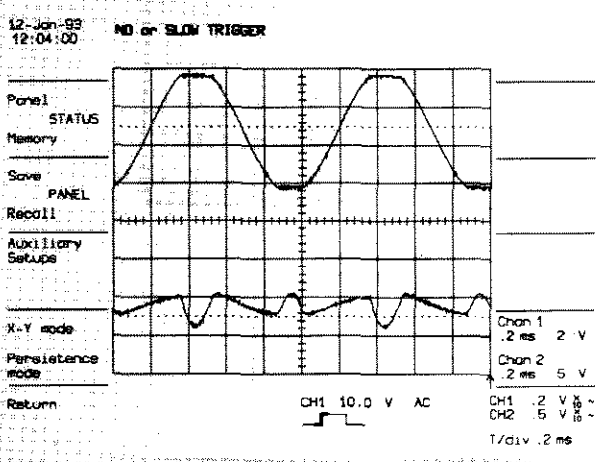
Rys. 13. Zestaw aparaturowy do strojenia urządzenia.



ściowego układu wynosi 1V, a wartość szczytowa sygnału na wyjściu nie przekracza 1mV, poziom zniekształceń wynosi około 0,1%.
Jeśli dostępny jest miernik wartości skutecznej, poziom zniekształceń można dokładnie obliczyć dzieląc wynik pomiaru napięcia wyjściowego układu przez zmierzone napięcie wejściowe. ■



Rys. 14. Jeśli wzmacniacz jest wysterowany sygnałem sinusoidalnym o zbyt dużym poziomie, sygnał wyjściowy przystawki nie wykazuje zniekształceń.



Rys. 15. Jeśli wzmacniacz jest wysterowany sygnałem sinusoidalnym o zbyt wysokim poziomie, poziom zniekształceń na wyjściu przystawki wzrasta wyraźnie.

NOWE OBLICZE KOMTELU !

VI MIĘDZYNARODOWE TARGI TELEKOMUNIKACJI

KOMTEL-96

Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
19 - 21 listopada 1996 r.

Patronat Ministra Łączności RP

Prezentacje na żywo najnowszych technik i usług na stoisku Telekomunikacji Polskiej S.A.

TEMATYKA TARGÓW:

- telekomunikacja dla administracji, przemysłu, handlu i rynku finansowego
- telekomunikacja przyjazna - prezentacja najnowszych technik i usług dla publiczności

Organizator:
BIURO REKLAMY S.A.
Zarząd Targów Warszawskich
00-586 Warszawa, ul. Flory 9, tel. (0-22) 49-60-81, 49-60-44,
fax (0-22) 49-35-84, tlx 815 812 rekl pl

tu odciąć

KUPON ZWROTNY

■ Jesteśmy zainteresowani wystawianiem na VI Międzynarodowych Targach Telekomunikacji KOMTEL-96 i prosimy o przesłanie nam oferty.

Nazwa firmy:
Adres:
Tel. Telex Fax

MODUŁ SERWISOWY DO SILNIKÓW SAMOCHODOWYCH



Zwarty układ mierzący prędkość obrotową silnika benzynowego (z zapłonem iskrowym) oraz kąt zwarcia styków przerywacza.

A. Rigby

Moduł serwisowy składa się z dwóch bloków: układu mierzącego kąt zwarcia i prędkość obrotową na jednej płytce drukowanej oraz wyświetlacza LCD na drugiej płytce. Bloki są połączone kablem zakończonym 9-nóżkowymi wtykami typu D.

Elektronika a silnik benzynowy

Prędkość obrotowa silnika i kąt zwarcia są wielkościami fizycznymi, możliwymi do przetworzenia na napięcia, które mogą zostać odczytane na wyświetlaczu. ***Rysunek 1a*** przedstawia podstawowe składniki układu zapłonowego w silniku benzynowym. Pierwotne uzwojenie cewki zapłonowej jest włączone pomiędzy dodatnim zaciskiem akumulatora a przerywaczem, który jest zbocznikowany kondensatorem. Przerywacz jest pośrednio napędzany przez wałek rozrządu. Styki przerywacza rozwierają się okresowo w rytm obrotów wałka. Pole magnetyczne narasta w cewce, gdy styki są zwarte. W czasie rozwarcia styków pole magnetyczne wytwarza impuls elektryczny zależny od rezonansu dwójnika cewka - kondensator. Zmieniające sie napięcie osiąga wartość między 15.000 a 30.000V na wtórnym, wysokorezystancyjnym uzwojeniu cewki. Wysokie napięcie jest wówczas kierowane przez rozdzielacz do jednej z czterech świec zapłonowych (zakładamy, że przez cały czas omawiamy silnik czterocylindrowy). Oczywiście, częstotliwość powstawania iskry zależy od chwilowej prędkości obrotowej silnika.

Kąt zwarcia styków zapłonu jest kątowym przesunięciem wałka napędzającego względem przerywacza. W ten sposób określany jest czas, przez który styki przerywacza pozostają zwarte. Prawidłowo ustawiony kąt zwarcia jest ważny z dwóch powodów: po pierwsze, zapewnia prawidłową synchronizację iskry z położeniem tłoka, a w związku z tym umożliwia osiągnięcie możliwie najwyższej efektywności silnika, oraz, po drugie, daje czas niezbędny na zgromadzenie w cewce energii koniecznej do wytworzenia odpowiedniego napięcia dla świecy zapłonowej.

Wykres czasowy na ***rysunku 1b*** przedstawia sposób otrzymywania impulsów elektrycznych na stykach przerywacza. Najwyższy wykres obrazuje napięcie zazwyczaj powstające na stykach prze-

rywacza. Impulsy te są obcinane i przetwarzane na napięcie 5V, kompatybilne z układami cyfrowymi, do obróbki przez moduł serwisowy. Pierwsze opadające zbocze sygnału wyzwala multiwibrator monostabilny (dalej oznaczany MMV), który utrzymuje na wyjściu stan niski przez ustalony czas T_{MMV}.
W ten sposób wyjście MMV dostarcza sygnał prostokątny, którego czas „niski" T_L (= T_{MMV}) jest stały w każdym cyklu podczas, gdy czas „wysoki" T_H jest funkcją prędkości obrotowej: częstotliwość wyzwalania zwiększa się ze wzrostem prędkości, a T_H maleje. Napięcie średnie U_{av} na wyjściu MMV można wyliczyć ze wzoru:

$$U_{av} \approx \frac{U_b T_H}{(T_H + T_L)}$$

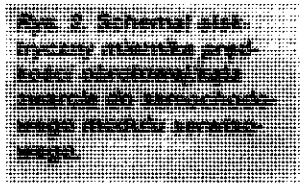
Czas cyklu styków przerywacza wynosi po prostu:

$$T_0 = T_H + T_L,$$

przy czym:

$$T_0 = \frac{1}{f_0}$$

gdzie f_0 jest częstotliwością przerywacza, zależną od obrotów silnika.



Z powyższych wzorów można wyliczyć zależność U_{av} od obrotów silnika:

$$U_a = U_b \frac{(T_0 - T_{MMV})}{T_0} = U_b[1 - (\frac{T_{MMV}}{T_0})] =$$
$$= U_b(1 - f_0 T_{MMV})$$

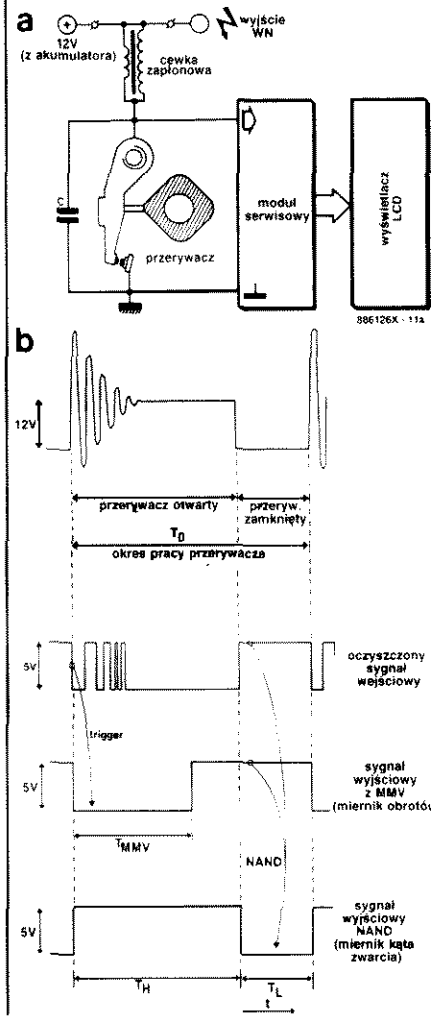
Aby zrozumieć metodę pomiaru kąta zwarcia zapłonu F, musimy przyjąć jego definicję:

$$\Phi = T(\frac{Tcl}{T_0})(\frac{360}{n})$$

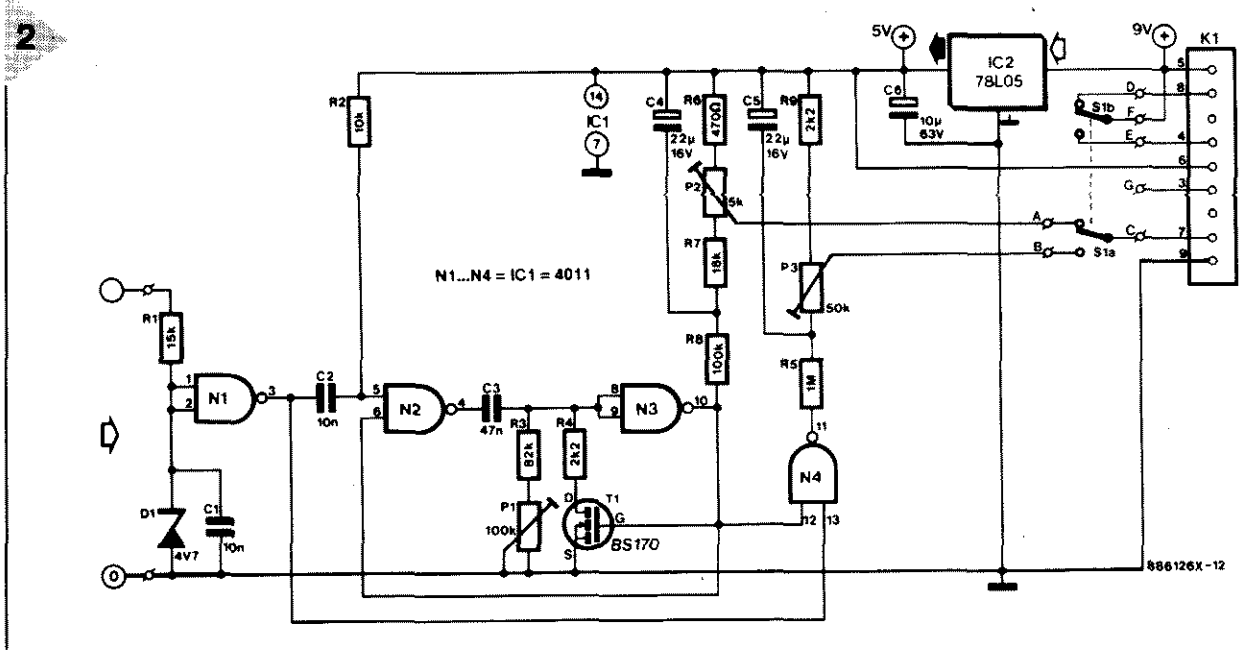
gdzie n jest liczbą cylindrów.
Bramka NAND otrzymuje impuls przetworzony do standardu cyfrowego (drugi wykres na rysunku 1b) oraz sygnał z MMV (trzeci wykres). Na wyjściu bramki otrzymujemy sygnał przedstawiony na ostatnim wykresie rysunku 1b. Ta kombinacja jest niezbędna dla usunięcia szumu/zakłóceń na początku każdego cyklu sygnału wejściowego. Średnia wartość napięcia na wyjściu bramki NAND wyraża się wzorem:

$$U_{av} = U_b[1 - (\frac{T_L}{T_0})]$$

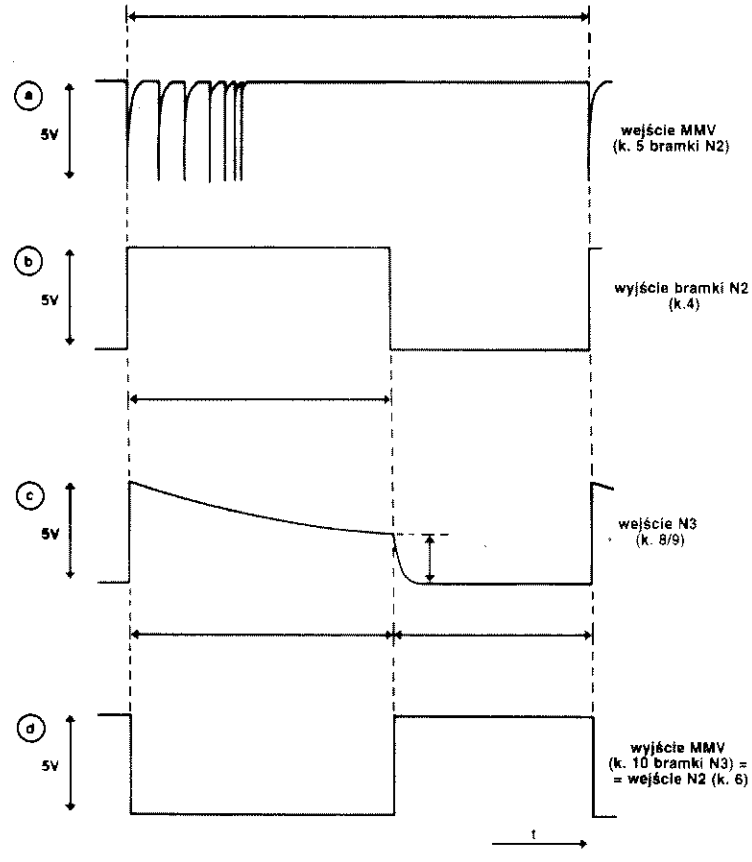
1



2



Rys. 3. Przebiegi analizy mikroprocesorowej sygnału z bramek N2 i N3.



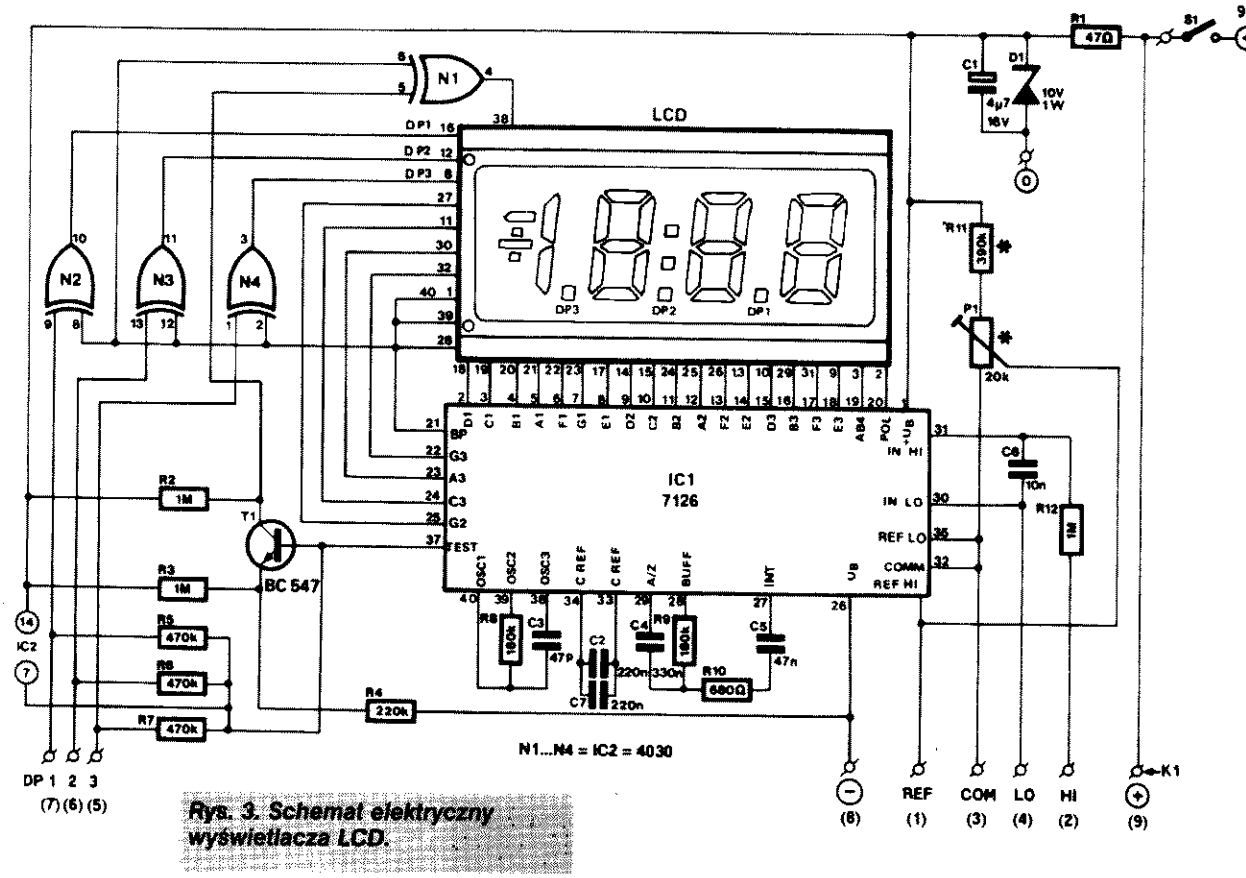
W czterosuwowym silniku o czterech cylindrach zachodzi zależność:

$$\Phi = 90T\left(\frac{T_L}{T_0}\right)$$

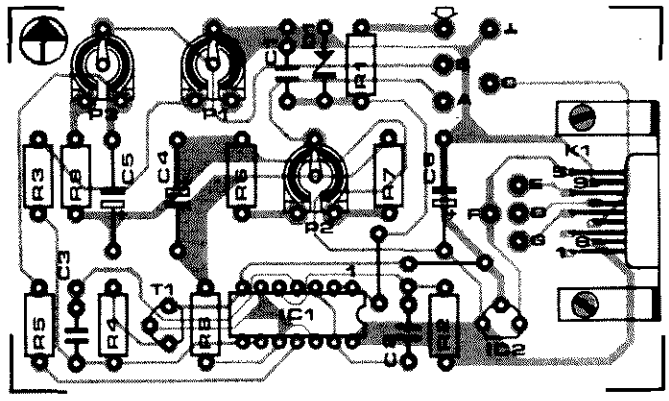
a zatem jest oczywiste, że U_{av} jest w prosty sposób proporcjonalne do F, czyli, że może zostać użyte do pomiaru kąta zwarcia.

Opis układu

Rysunek 2 udowadnia, że blok miernika w module serwisowym jest zupełnie prosty. Podstawowym elementem miernika jest układ 4011 w technologii CMOS. Stabilizator napięcia 5V (układ IC2) jest zasilany z baterii mieszczącej się w bloku wyświetlacza, który zostanie opisany później. Dioda Zenera D1 i szeregowy rezystor R1 zmniejszają amplitudę sygnału, który dociera ze styków przerywacza, i dopasowują go do wymagań wejścia bramki NAND (bramka N1, technologia CMOS). Kondensa-



Rys. 3. Schemat elektryczny wyświetlacza LCD.



Rys. 5. Płytka drukowana płyty narzędzia do samochodowego modułu serwisowego.

tor C1 zwiera do masy wszelkie składowe o wysokiej częstotliwości.

Bramka N1 kształtuje sygnały, jak już to zostało opisane przy ***rysunku 1***. R2 i C2 tworzą różnicowy trójnik, który dostarcza bardzo krótkie impulsy szpilkowe typu „active low" z każdym ujemnym impulsem przychodzącym z bramki N1. Multiwibrator monostabilny (MMV), zbudowany na N2 i N3, jest wyzwalany pierwszym z tych impulsów szpilkowych, zgodnie z wykresami na ***rysunku 3***. W stanie niewyzwolonym na wyjściu MMV (N3, nóżka 10) oraz na jego wejściu (N2, nóżka 5) utrzymuje się logiczny stan wysoki. Wyjście jest połączone z nóżką 6 bramki N2, a zatem na nóżce 4 bramki N2 istnieje stan niski. Ten stan jest stabilny podczas braku napięcia na C3. Po przyjściu ujemnego impulsu szpilkowego do wejścia MMV wyjście tej bramki zmienia stan z niskiego na wysoki. Prąd, który w wyniku tej zmiany płynie przez C3, powoduje szybki wzrost napięcia na nim, a następnie powolny (logarytmiczny) spadek, regulowany przez R3 i P1. W efekcie zmienia się stan wyjścia bramki N3, a w ślad za nim również drugiego wejścia N2 (nóżka 6), na niski. Taka sytuacja jest stabilna, aż do przekroczenia progu przerzucania N3.

Gdy napięcie na wejściu N3 opadnie poniżej progu przerzucania, który wynosi około $0{,}5U_b$, bramka znowu wytworzy stan wysoki. Czas TMMV skończy się, a na obydwu wejściach bramki N2 będzie znowu stan wysoki. Innymi słowami, stabilny stan oczekiwania zostanie przywrócony i będzie trwał aż do pojawienia się następnego impulsu wyzwalającego.

Tranzystor T1 (technologia VMOSFET) jest zablokowany przez czas T_{MMV} (monotime). Następnie T1 otwiera się i skutecznie zwiera dwójnik P1-R3 małą rezystancją R4, przez którą kondensator C3 rozładowuje się dużo szybciej. Dzięki temu monotime nie zmienia się nawet przy relatywnie wysokich częstościach wyzwalania (= wysokich obrotach silnika). Tranzystor VMOSFET typu BS170 został zastosowany w tym układzie z powodu wysokiej impedancji wejściowej, dzięki której bramka N3 nie ulega przeciążeniu. Ponadto tranzystor ten ma bardzo małe napięcie nasycenia dren-źródło, więc nie zakłóca działania integratora R8-C4. Dwójnik ten służy do konwersji prostokątnego sygnału na wyjściu bramki N3 na napięcie stałe, w prosty sposób proporcjonalne do średniego napięcia tego sygnału, a zatem także do prędkości obrotowej. Kondensator C4 jest dołączony do dodatniej szyny zasilania, ponieważ U_{av} jest otrzymywane z wyjścia „active low" multiwibratora, czyli jest odwrotną funkcją prędkości obrotowej (patrz rysunek 1b). Jeżeli C4 jest dołączone do szyny dodatniej, ta inwersja zostaje odwrócona jeszcze raz, ponieważ napięcie na kondensatorze rośnie, gdy U_{av} maleje.

Pomiarowi kąta zwarcia służy integrator R5-C5 na wyjściu bramki N4.

Jak przedstawia rysunek 1b, ta bramka NAND kombinuje oczyszczony sygnał wejściowy z sygnałem z MMV, dzięki czemu napięcie na C5 jest bezpośrednio proporcjonalne do kąta zwarcia.

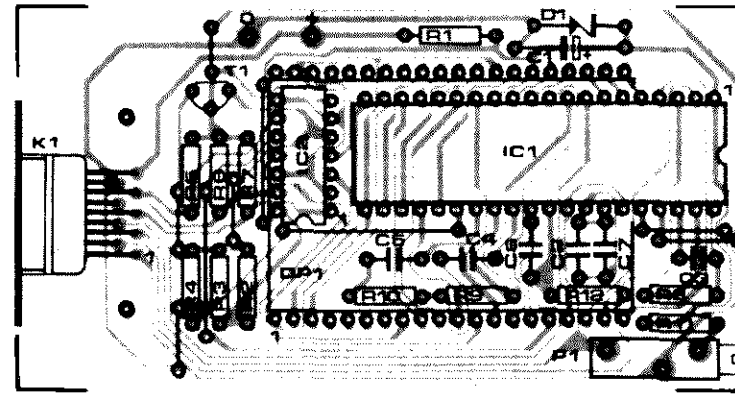
Dzielniki napięcia R6-P2-R7 (miernik obrotów) oraz R9-P3 (miernik kąta zwarcia) wytwarzają napięcia wejściowe dla wyświetlacza LCD. Potencjometry montażowe umożliwiają kalibrację obydwu funkcji przyrządu.

Przełącznik S1a wybiera mierzone parametry, a S1b ustawia punkt dziesiętny odpowiedni dla wybranego parametru (DP1 dla miernika kąta zwarcia, DP2 dla miernika prędkości obrotowej).

Uniwersalny moduł wyświetlacza LCD

Schemat elektryczny na ***rysunku 4*** wyjaśnia, że 3,5-cyfrowy wyświetlacz jest standardową aplikacją układu scalonego Intersil ICL7126 (jest to wersja CMOS znanego układu ICL7106, który też może zostać użyty). Zadaniem tranzystora T1 jest wyświetlenie informacji „LO BAT" po rozładowaniu baterii (Ub < 7,2V).

Funkcja „auto zero" układu ICL7126 zapobiega wszelkim zerowym korekcjom. Zespół wyświetlacza jest kalibrowany przez połączenie wejść LO i COM, podanie regulowanego napięcia między 0 a 200mV na wejścia LO (–) i HI (+),



Rys. 6. Płytka drukowana wyświetlacza.

WYKAZ ELEMENTÓW

PŁYTA MIERNIKA
schemat elektryczny z rysunku 2

Rezystory (±5%)
R1: 15kΩ
R2: 10kΩ
R3: 82kΩ
R4, R9: 2,2kΩ
R5: 1MΩ
R6: 470Ω
R7: 18kΩ
R8: 100kΩ
P1: 100kΩ, leżący
P2: 5kΩ, leżący
P3: 50kΩ, leżący
Kondensatory
C1, C2: 10nF
C3: 47nF
C4, C5: 22µF/16V, stojące
C6: 10µF/16V, stojące
Półprzewodniki
D1: dioda Zenera 4,7V, 400mW
T1: BS170
IC1: 4011
IC2: 78L05
K1: 9-stykowe złącze męskie typu D do montażu na płytkach drukowanych
S1: miniaturowy przełącznik dwubiegunowy (DPDT)
obudowa: np Heddic type 222 (Chartland Electronics Ltd., Chartland House, Twinoaks, Cobham KT11 2QW, tel. 00 44 37 2842553
płytka prototypowa SD-886126, 0,5dm²

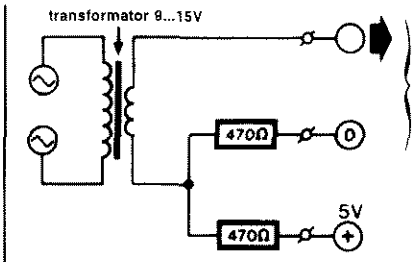
BLOK WYŚWIETLACZA
schemat elektryczny z rysunku 4
Rezystory
R1: 47Ω
R2, R3, R12: 1MΩ
R4: 220kΩ
R5...R7: 470kΩ
R8, R9: 180kΩ
R9: 680Ω
R11: 390kΩ
Kondensatory
C1: 4,7µF/16V
C2, C7: 220nF
C3: 47pF
C4: 330nF
C5: 47nF
C6: 10nF
Półprzewodniki
D1: dioda Zenera 10V, 1W
IC1: ICL7126 (Intresil)
IC2: 4030
T1: BC547B
Różne
LCD: typowy wyświetlacz 3,5 cyfry ze wskaźnikiem LO BAT
K1: 9-nóżkowe złącze męskie typu D do montażu na płytkach drukowanych
S1: miniaturowy wyłącznik suwakowy
obudowa: np. typ Heddic 222
płytka prototypowa SD-86765, 0,5dm²

a następnie regulacji potencjometrem P1 aż do uzyskania odczytu zgodnego z wartością podanego napięcia. Punktem odniesienia jest odczyt z cyfrowego woltomierza.

Budowa i dostrajanie

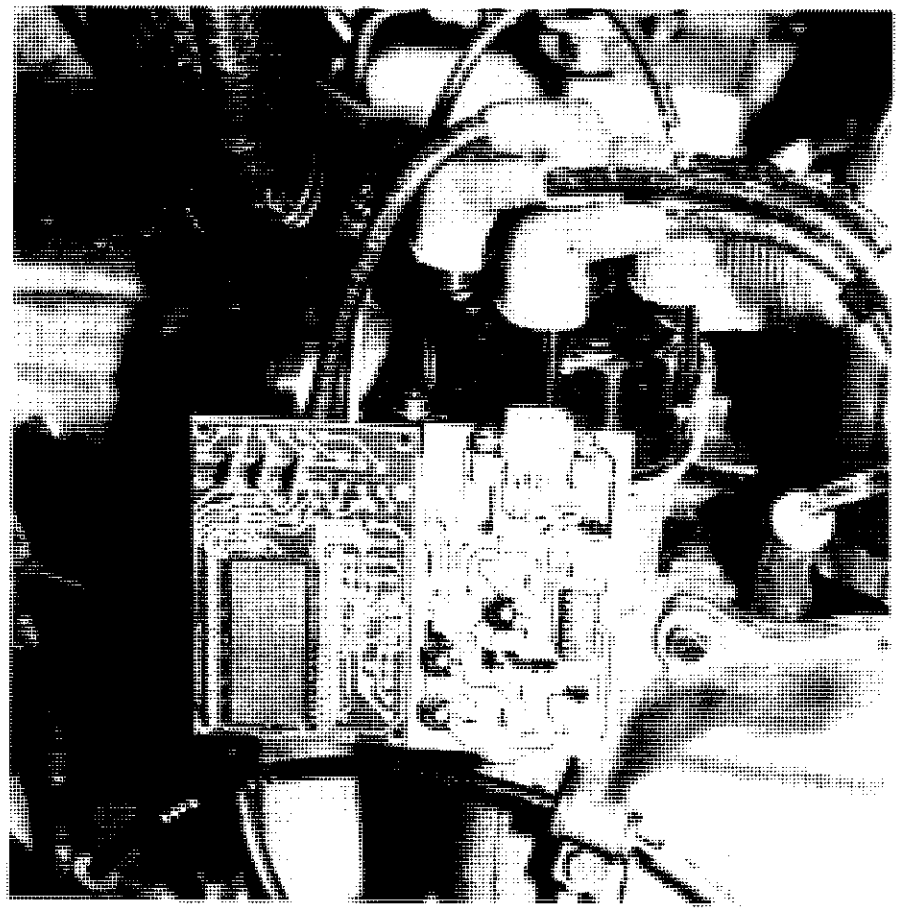
Wykonanie dwóch bloków, razem tworzących moduł serwisowy silnika, nie jest trudne. Cały układ mieści się na dwóch płytkach drukowanych: blok miernika na płytce wg ***rysunku 5***, blok wyświetlacza - wg ***rysunku 6***. Dziewięcionóżkowe kątowe złącza typu D i odcinek dziewięciożyłowego kabla służą do wzajemnego połączenia bloków. Wielkość płytek drukowanych została tak dobrana, że cały moduł zmieści się w przezroczystym pudełku, w jakim sprzedawane są złącza. Sygnały wejściowe doprowadzane są przez 2 gniazda, czerwone i czarne. Gniazda te powinny akceptować wtyki stosowane w odpornych na wysoką temperaturę testowych kablach „heavy duty", które z drugiej strony zakończone są izolowanymi zaciskami krokodylkowymi, dołączanymi do styków przerywacza zapłonu.

7

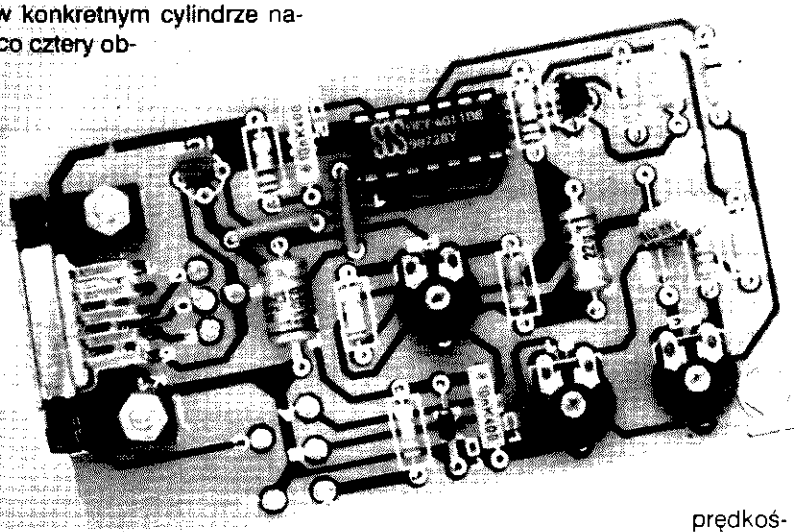


Rys. 7. Prosty źródło sygnału do regulacji serwisowego modułu serwisowego.

Opiszemy teraz dostrojenie całego układu przy założeniu, że wyświetlacz cyfrowy został skalibrowany w sposób opisany powyżej.
Po pierwsze należy wykonać źródło częstotliwości 50 Hz według ***rysunku 7***. Napięcie przemienne, dostarczane przez ten układ, symuluje impulsy z przerywacza zapłonu. Napięcie to podajemy na wejście modułu. W czterosuwowym silniku o czterech cylindrach



zapłon w konkretnym cylindrze następuje co cztery obroty



wału korbowego, 50 impulsów z przerywacza zapłonu na sekundę odpowiada 50 x 60 = 3000 iskier na minutę lub 750 iskrom na minutę na cylinder. Iskra jest generowana co każde 2 obroty wału korbowego, więc symulowana prędkość silnika wynosi 1500 obr./min. Przy częstotliwości sieci energetycznej 60Hz otrzymamy symulację prędkości 1800 obr./min.

W większości przypadków maksymalne obroty silnika dochodzą do 6000 obr./min, co odpowiada częstotliwości impulsów z przerywacza równej 200Hz. Oznacza to, że monotime układu MMV w omawianym module powinien zostać ustawiony na 0,8 (1/200) = 4 ms. Przyłączcie cyfrowy woltomierz o wysokiej rezystancji do C4 i przy pomocy P1 ustawcie na tym kondensatorze napięcie 0,19V. Ten sposób zapewnia wystarczająco dokładne określenie monotime. Upewnijcie się, że przełącznik S1 został ustawiony na pomiar obrotów. Potencjometrem P2 ustawcie odczyt 1,5. Odpowiada on prędkości 1500 obr./min (przy 60Hz: 1800 obr./min). Następnie przełączcie S1 na pomiar kąta zwarcia zapłonu i ustawcie odczyt 45,0. W trakcie używania modułu należy pamiętać, że integrator R8-C4 ma parametry dobrane dla zapewnienia stabilnego odczytu, ale za cenę dość powolnej reakcji na zmiany prędkości obrotowej.

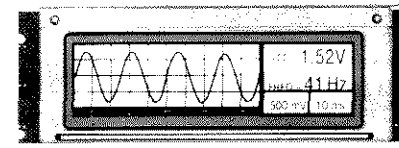
Ponadto, ponieważ sygnał wejściowy jest kombinowany z sygnałem MMV, kąt zwarcia może być mierzony tylko dla prędkości obrotowych nie przekraczających 3000 obr./min.

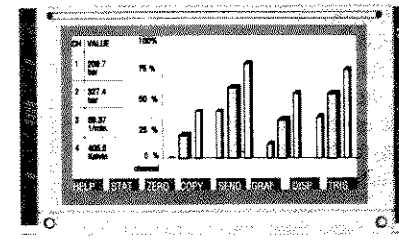
Moduł jest przydatny także w pomiarach silników sześciocylindrowych. Ponieważ mają one z reguły mniejszą prędkość obrotową od silników czterocylindrowych, to w zasadzie nie są potrzebne jakiekolwiek zmiany ustawienia P1. Sygnał dostarczony przez układ z rysunku 7 odpowiada w tym przypadku prędkości 1000 obr/min (60Hz: 1200 obr./min) oraz kątowi zwarcia 30°. ■

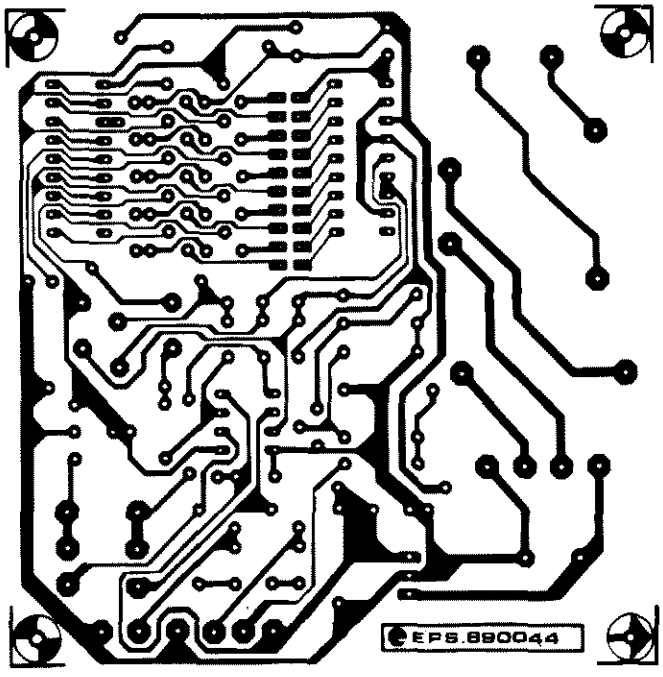
Microtech International Ltd
Anglo-Polish Electronics Technology
ul. Parkowa 10, PL- 51-616 Wrocław
tel. (071) 72 80 19, tel. (071) 72 80 48, fax: (071) 48 36 66

WYŚWIETLACZE LCD FIRMY TOSHIBA Z WBUDOWANYM STEROWNIKIEM T6963C

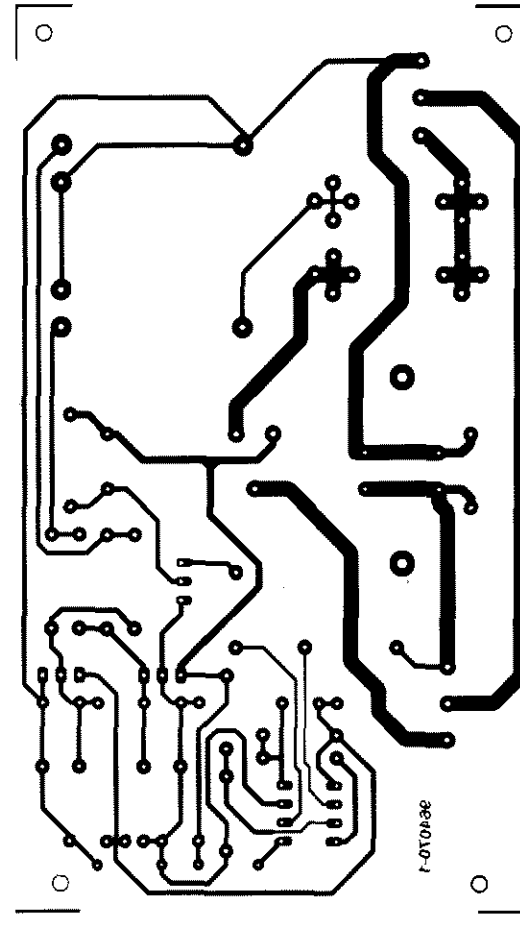
MODEL	LICZBA PUNKTÓW	ROZMIAR PUNKTU (mm)	ROZMIAR OKNA (mm)	WYMIARY (mm)	ZASILANIE (V)
TLX-1021	120 x 64	0,48 x 0,60	62,5 x 43,5	85,0 x 70,0 x 20,0	+5/ -8,5
TLX-711A	240 x 64	0,53 x 0,53	132,0 x 39,0	180,0 x 65,0 x 12,0	+5/ -8,5
TLX-1391	128 x 128	0,43 x 0,43	62,0 x 62,0	85,0 x100,0x 14,0	+5/ -14,5
TLX-1013	160 x 128	0,60 x 0,60	101,0 x 82,0	129,0 x104,5x 14,0	+5/ -8,5
TLX-1301V	240 x 128	0,70 x 0,70	179,9 x101,5	241,0 x125,3x 12,0	+5/ -14,5
TLX-1021-EO	120 x 64	0,48 x 0,60	62,5 x 43,5	85,0 x 70,0 x 20,0	+5/ -8,0
TLX-711A-EO	240 x 64	0,53 x 0,53	132,0 x 37,0	180,0 x 65,0 x 12,0	+5/ -8,0
TLX-1391-EO	128 x 128	0,43 x 0,43	62,0 x 62,0	85,0 x100,0x 14,0	+5/ -14,5
TLX-1013-EO	160 x 128	0,60 x 0,60	101,0 x 82,0	129,0 x104,5x 14,0	+5/ -8,0
TLX-1781-C3B	240 x 64	0,53 x 0,53	131,0 x 38,0	180,0 x 70,0 x 14,0	+5/ -8,5
TLX-1781-C3M	240 x 64	0,53 x 0,53	131,0 x 38,0	180,0 x 70,0 x 14,0	+5/ -8,5
TLX-1741-C3B	240 x 128	0,50 x 0,50	126,0 x 70,0	170,0 x103,5x 14,0	+5/ -13,5
TLX-1741-C3M	240 x 128	0,50 x 0,50	126,0 x 70,0	170,0 x103,5x 14,0	+5/ -14,5



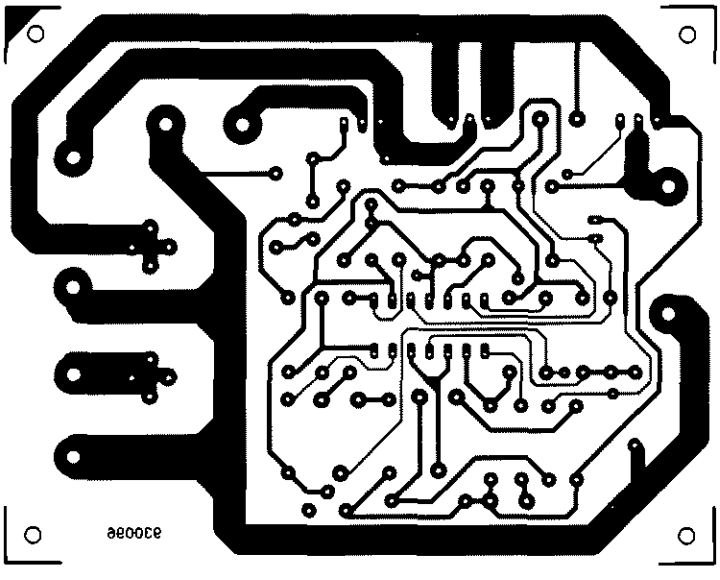




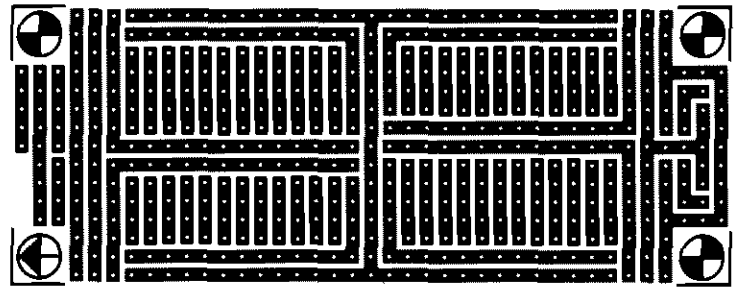
Wskaźnik stereo



Wyłącznik sieciowy oddalony od sieci



Układ regulacji ładowania akumulatora z baterii słonecznej



Zasilacz napięć symetrycznych

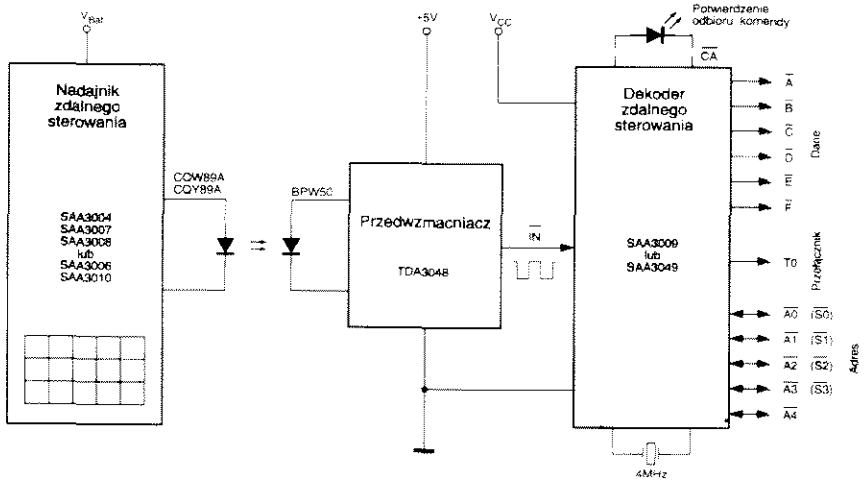
SAA3009, SAA3049

Dekodery zdalnego sterowania podczerwienią

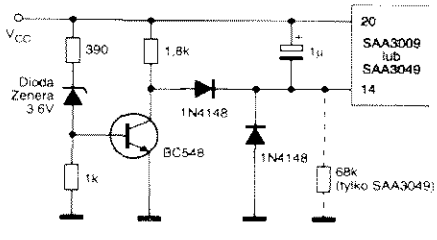
Opis ogólny

Główną funkcją układów SAA 3009 i SAA3049 jest weryfikacja i przemiana odebranego strumienia zakodowanych (RECS80/ RC5) danych na słowo binarne, zapisane w zatrzaskach. Adres układu może być sztywno ustawiony na konkretną wartość, dopuszczając łączenie kilku układów pod jednym adresem. W innym przypadku, odebrane dane są przyjmowane wraz z adresem i razem stanowią odpowiedź dekodera.

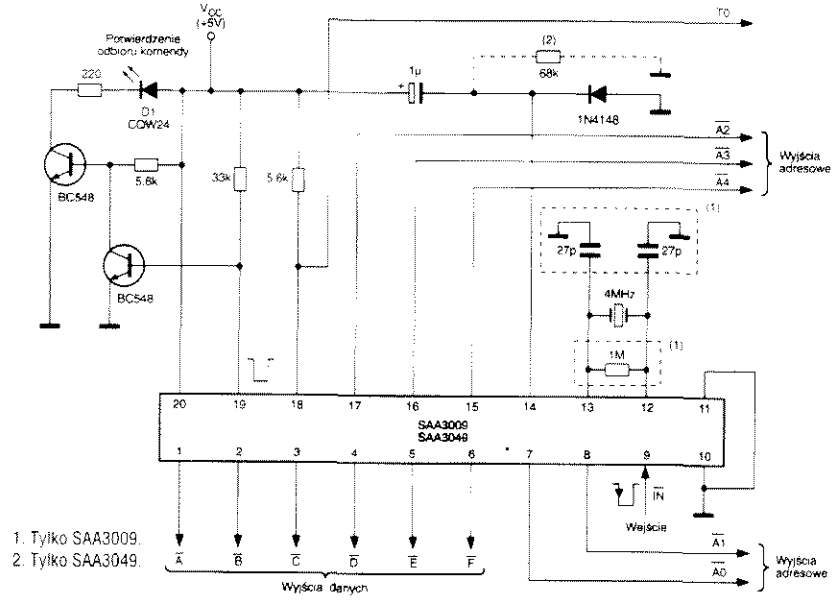
Układy oznaczone SAA3009P i SAA 3049P są montowane w obudowach plastykowych dwurzędowych DIP 20 (SOT146), a układy o oznaczeniach SAA3049T - w obudowach plastykowych do montazu powierzchniowego SO 20 (SOT 163A).



Schemat blokowy łącza podczerwieni



Ulepszony układ zerowania



Dekoder zdalnego sterowania z wyjściem równoległym 12 zatrzasków bitów (11 bitów zanegowanych) dla współpracy z nadajnikami SAA3006 lub SAA3010; dla kodu RC5 wyprowadzenie 11 ma poziom niski

Właściwości

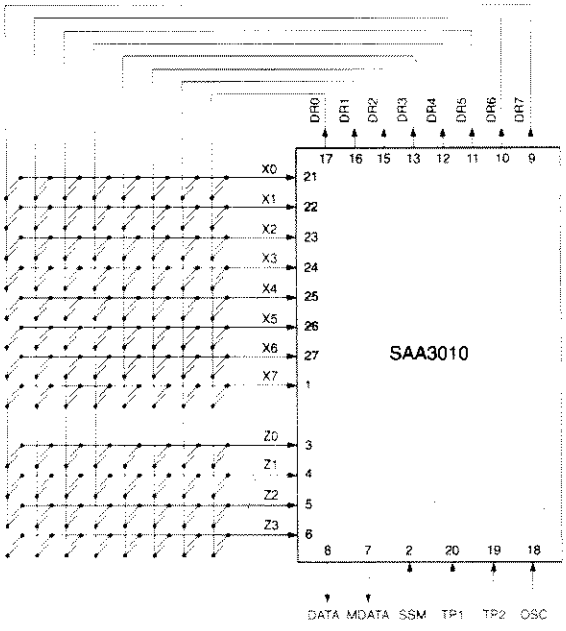
- ✔ Dekodowanie 64 komend zdalnego sterowania z maksymalnie 32 adresami
- ✔ Akceptacja kodów RECS80 z modulacją pozycji impulsu (z nadajników SAA3004, SAA3007, SAA3008) lub kodów RC-5 z transmisją dwufazową (z SAA3006, SAA3010)
- ✔ Osiem wyjść o dużej wydajności prądowej (10mA) typu otwarty dren z wewnętrznym podciąganiem (SAA3009), umożliwiających bezpośrednie sterowanie diod LED
- ✔ *Mały pobór prądu zasilania (SAA3049)*
- ✔ Możliwość dołączenia zewnętrznego dekodera binarnego dla dekodowania do 2048 komend (np. dekodera 1 z 16 HEF4515)

Podstawowe parametry

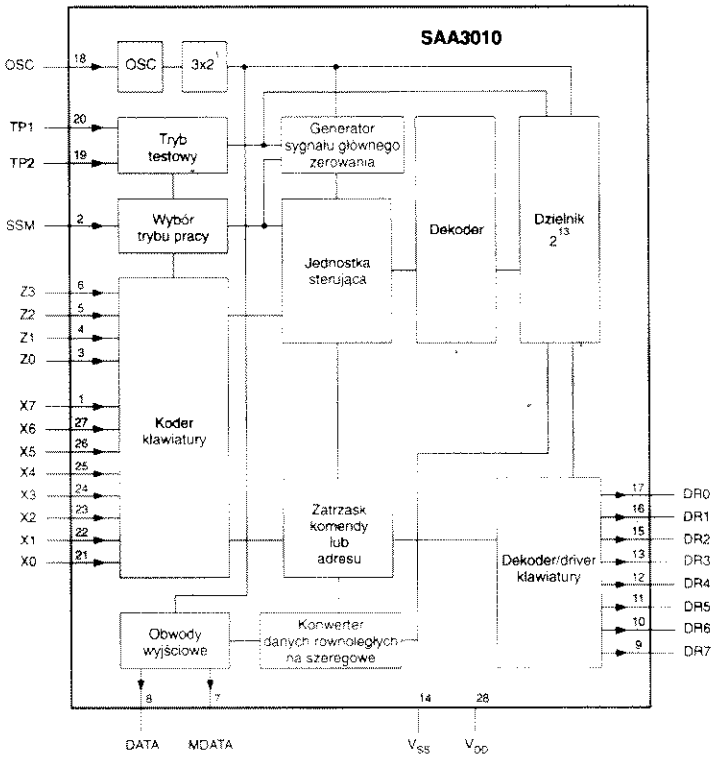
Napięcie zasilania SAA3009	4,5...5,5V
Napięcie zasilania SAA3049	2,5...5,5V
Prąd zasilania SAA3009	maks. 70mA
Prąd zasilania SAA3049	maks. 2mA
Całkowita dopuszczalna moc rozpraszana SAA3009	maks. 1W
Całkowita dopuszczalna moc rozpraszana SAA3049	maks. 0,5W
Robocza temperatura otoczenia SAA3009	0...70°C
Robocza temperatura otoczenia SAA3049	-40...85°C
Częstotliwość oscylatora	typ. 4MHz
Wyjściowy prąd wpływający w stanie niskim (k.1 do 8) SAA3009	maks. 10mA
Wyjściowy prąd wpływający w stanie niskim (k.1 do 8) SAA3049	typ. 3,0mA

SAA3010

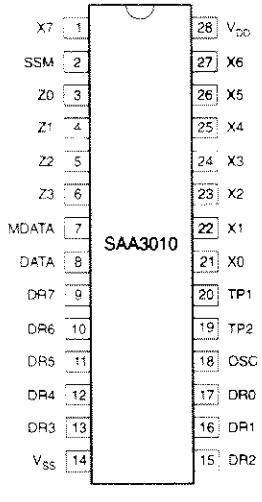
Nadajnik zdalnego sterowania podczerwienią w kodzie RC-5



Połączenia klawiatury



Schemat blokowy



Rozmieszczenie wyprowadzeń

Opis ogólny

Układ SAA3010 jest przeznaczony do pracy w systemach zdalnego sterowania podczerwienią ogólnego przeznaczenia (w kodzie RC-5) o niskich napięciach zasilania, w których należy oczekiwać długich czasów wygaszania odbić. Układ może generować 2048 różnych komend i wykorzystuje pojedynczy zestyk w każdym przycisku. Komendy są tak zorganizowane, że pozwalają zaadresować do 32 systemów, z których każdy odbiera 64 różne polecenia.

Układ jest montowany w plastykowych obudowach dwurzędowych DIP 28 (SOT117) lub obudowach do montażu powierzchniowego SO 28 (SOT136A).

Opis wyprowadzeń

Numer	Nazwa	Opis
1	X7	Wejście czujnika matrycy przycisków
2	SSM	Wejście przełącznika trybu systemu
3...6	Z0...Z3	Wejścia czujników matrycy przycisków
7	MDATA	Dane wyjściowe modulowane sygnałem o częstotliwości 1/12 częstotliwości oscylatora
8	DATA	Sygnał wyjściowy
9...13	DR7...DR3	Sterowniki przeglądania
14	V_{SS}	Masa (0V)
15...17	DR2...DR0	Sterowniki przeglądania
18	OSC	Wejście oscylatora
19	TP2	Punkt testowy 2
20	TP1	Punkt testowy 1
21...27	X0...X6	Wejścia czujników matrycy przycisków
28	V_{DD}	Napięcie zasilania

Właściwości

- ✔ Małe wymagane napięcie zasilania
- ✔ Dwufazowa technika transmisji
- ✔ Jednowyprowadzeniowy oscylator
- ✔ Możliwość testowania

Podstawowe parametry

Napięcie zasilania	2...7V
Napięcie wejściowe (V_{DD}+0,5V < 9V)	-0,5V...V_{DD}+0,5V
Prąd wejściowy	maks. ±10mA
Zakres napięć wyjściowych (V_{DD}+0,5V < 9V)	-0,5V...V_{DD}+0,5V
Prąd wyjściowy	maks. ±10mA
Robocza temperatura otoczenia	-25...+85°C
Całkowita moc rozpraszana	maks. 200mW

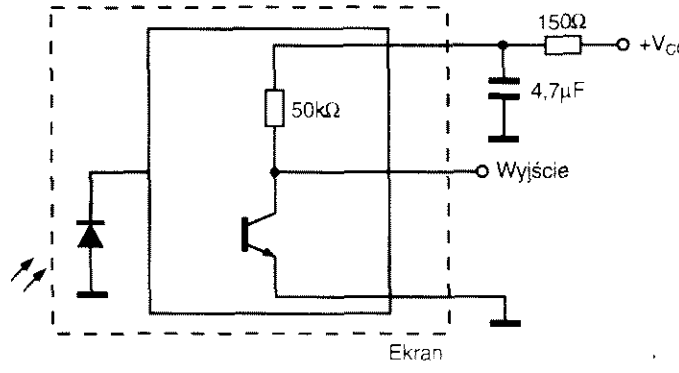
Szczegółowy opis układu: Biuletyn USKA RTViAV 3/95

SFH505A

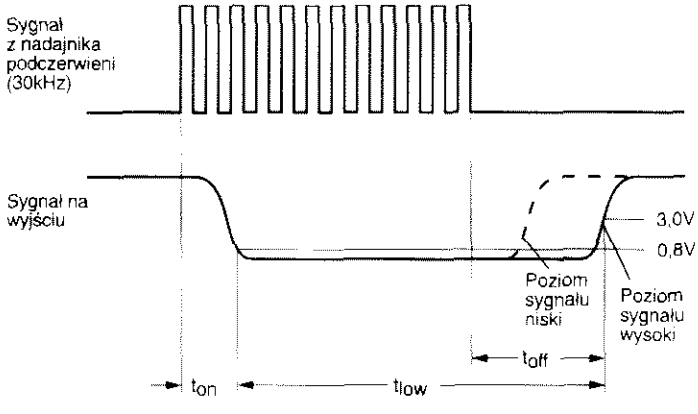
Odbiornik/demodulator promieniowania podczerwonego

Opis ogólny

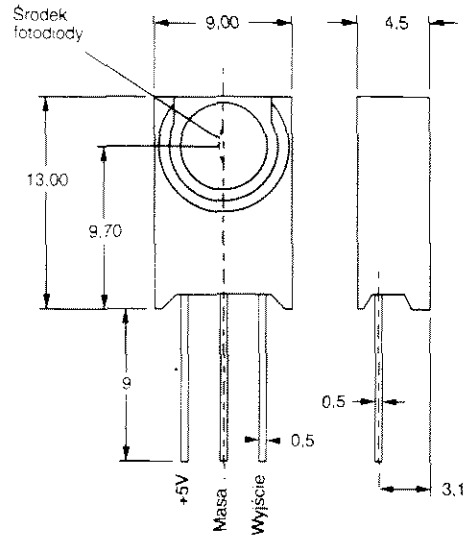
SFH505A jest to hybrydowy układ scalony, zawierający krzemową fotodiodę PIN, scalony detektor promieniowania podczerwonego i demodulator, w plastykowej obudowie z okienkiem, stanowiącym jednocześnie filtr i soczewkę skupiającą. Dzięki zwartej budowie i wewnętrznemu ekranowaniu, układ odznacza się dużą odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne oraz światło rozproszone pochodzące z otaczającego środowiska. Układ jest przeznaczony do stosowania w urządzeniach zdalnego sterowania pracą urządzeń telewizyjnych (odbiorniki i gry telewizyjne, magnetowidy), działaniem zabawek elektronicznych, otwieraniem drzwi garażowych, a także samochodowych.



Schemat blokowy



Przebiegi czasowe



Obudowa i rozmieszczenie wyprowadzeń (wymiary w mm)

Podstawowe parametry

Dopuszczalny prąd wyjściowy	maks. 3mA
Robocze napięcie zasilania (V_{CC})	4,5...5,5V
Robocza temperatura otoczenia (T_A)	0...70°C
Próg przełączania (jednostkowa moc sygnału promieniowania) dla λ=950nm, f=30kHz	40nW/cm²
Długość fali dla maksymalnej czułości (λ_{Smax})	950nm
Pobór prądu	0,65mA
Napięcie wyjściowe w stanie niskim (I_O=100µA)	< 0,4V
Prąd wyjściowy w stanie wysokim (V_O=5V)	< 10µA
Czas włączenia (t_{ON}) dla E_E=250nW/cm², f=30kHz	100µs
Czas wyłączenia (t_{OFF}) dla E_E=250nW/cm², f=30kHz	200µs
Czas przewodzenia (t_{LOW}) dla E_E=250nW/cm², f=30kHz	500µs

Właściwości

- ✔ Hybrydowy układ scalony z fotodiodą
- ✔ Częstotliwość nośna 30kHz
- ✔ Obudowa plastykowa czarna z filtrem światła dziennego zoptymalizowanym dla długości fali 950nm
- ✔ Duża odporność na rozproszone światło dzienne
- ✔ Mały pobór mocy
- ✔ Duża czułość
- ✔ Wewnętrzny ekran przeciwdziałający zakłóceniom elektromagnetycznym

Opis wyprowadzeń

Końcówka	Opis
1	Napięcie zasilania (+5V)
2	Masa (GND)
3	Wyjście

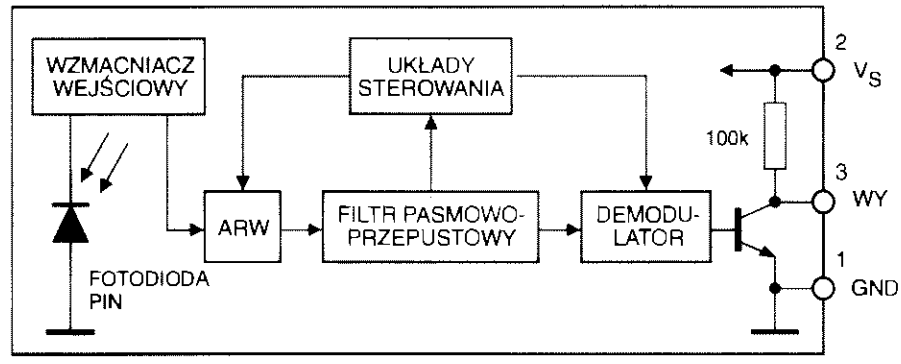
Szczegółowy opis układu: Biuletyn USKA RTViAV 1/94

TFMS5xx0

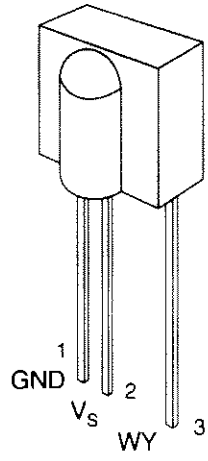
Moduły detektorów podczerwieni dla systemów sterowania kodami impulsowymi

Opis ogólny

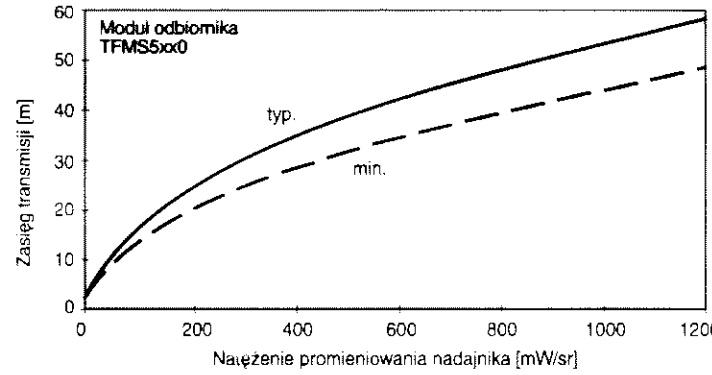
Układy TFMS5xx0 są modułami odbiorników skonstruowanymi i zoptymalizowanymi dla zastosowań z transmisją częstotliwości nośnej. W zakresie od 20kHz do 60kHz określono specjalne częstotliwości robocze dla rozmaitych zastosowań. Standardowe wykonania układów są dostępne dla częstotliwości 30kHz, 33kHz, 36kHz, 38kHz, 40kHz i 56kHz. Rozkazy mogą być przesyłane jako zmiany kodowania optycznej nośnej. Zostały ustalone pewne metody modulacji. W sprzęcie europejskim najczęściej używanym standardem jest kod RC-5, podczas gdy Daleki Wschód stosuje wyłącznie kod NEC. Układy TFMS5xx0 mogą być stosowane w systemach transmisji obydwu tych standardów.



Schemat blokowy



Rozmieszczenie wyprowadzeń



Zasięg transmisji w otwartej przestrzeni w funkcji natężenia promieniowania nadajnika

Częstotliwości nośne

Typ	Częstotliwość nośna
TFMS5300	30kHz
TFMS5330	33kHz
TFMS5360	36kHz
TFMS5380	38kHz
TFMS5400	40kHz
TFMS5560	56kHz

Zalety

- ✔ Duża czułość przy dużych odległościach transmisji
- ✔ Bezpieczna praca, nawet w zakłóconym otoczeniu, zabezpieczona przed niekontrolowanymi impulsami wyjściowymi
- ✔ Kompletność urządzeń bez elementów zewnętrznych; bezpośrednia kompatybilność z mikroprocesorami
- ✔ Rozszerzony zakres temperatur pracy -25...+85°C

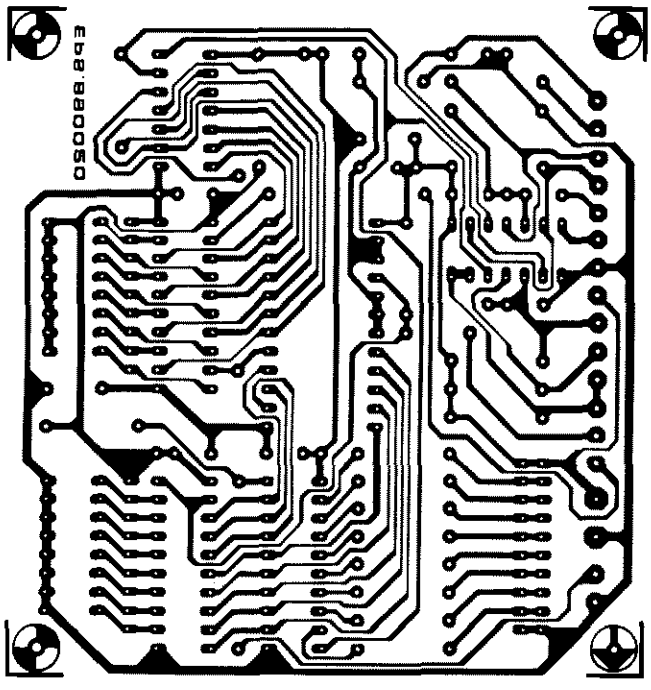
Właściwości

- ✔ Fotodioda PIN, wzmacniacz z automatyczną regulacją wzmocnienia (ARW), filtr pasmowy i demodulator w jednej obudowie
- ✔ Zwarta obudowa, wewnętrzne ekranowanie, obudowa z żywicy epoksydowej filtrującej światło dzienne
- ✔ Zasilanie 5V, mały pobór mocy, kompatybilność ze standardem TTL i CMOS
- ✔ Możliwość ciągłej transmisji (ze współczynnikiem wypełnienia < 40%)

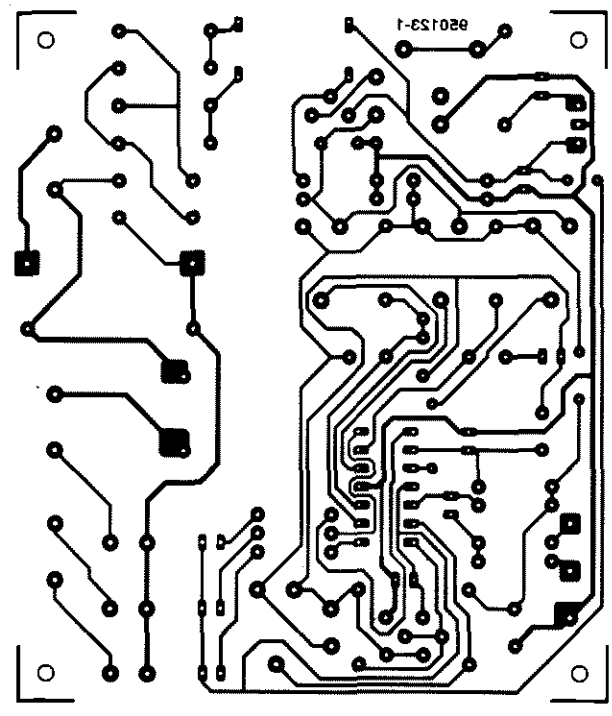
Zastosowania

- ✔ Przetworniki TV kablowej
- ✔ Zestawy HiFi
- ✔ Odbiorniki satelitarne
- ✔ Zestawy stereo
- ✔ Magnetowidy
- ✔ Telewizory
- ✔ Transmisja danych łączami podczerwieni (do 1Kbit/s)
- ✔ Sprzęt gospodarstwa domowego
- ✔ Zamki kodowe
- ✔ Rzutniki przeźroczy
- ✔ Zabawki

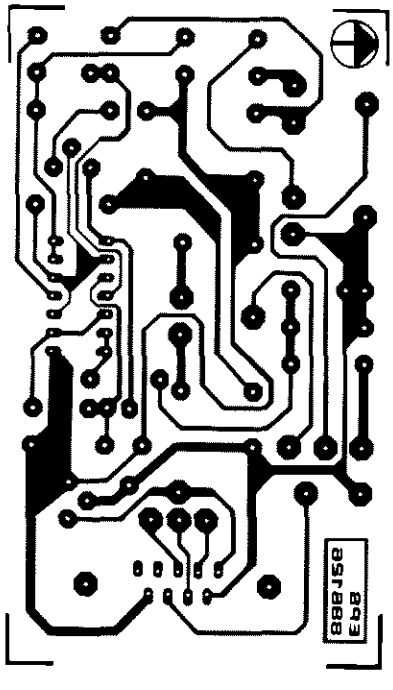
Szczegółowy opis układów: Biuletyn USKA RTViAV 1/95

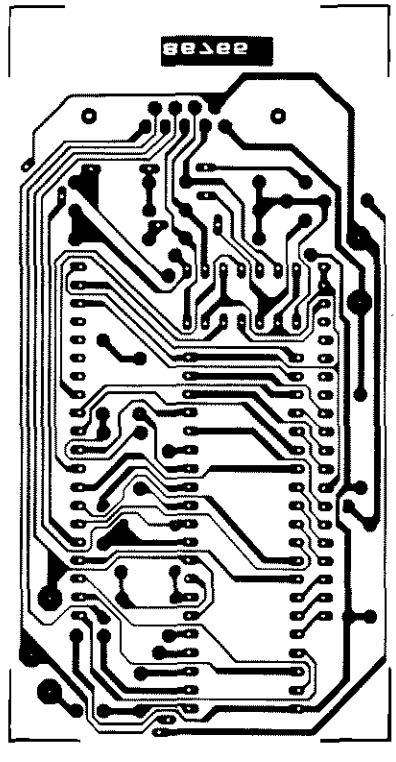


Generator sygnałów testujących

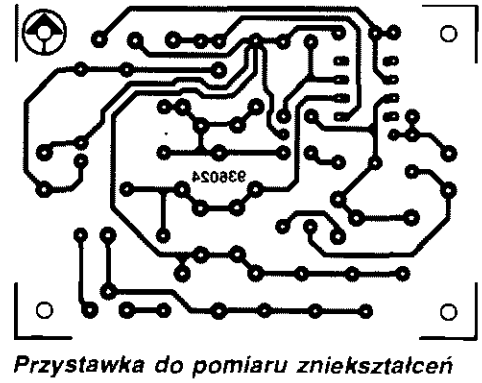


Iluminofonia domowa





Moduł serwisowy do silników samochodowych



Przystawka do pomiaru zniekształceń nieliniowych

ILUMINOFONIA DOMOWA



Efekty świetlne za przystępną cenę

Urządzenia generujące efekty świetlne lub dźwiękowe zawsze przyciągają uwagę dużej liczby osób. Nie ma w tym nic dziwnego - w pewnym sensie stanowią one urozmaicenie na tle obrazu elektroniki wydumanej i niekiedy wręcz nużącej. Przedstawiane dzisiaj urządzenie nie będzie nikogo nudzić - należy do rozrywkowej części elektroniki.

K. Walraven

Urządzenia iluminofoniczne generują efekty świetlne towarzyszące muzyce dyskotekowej. Mogą współpracować ze zwykłymi żarówkami, reflektorami punktowymi lub nawet reflektorami szerokostrumieniowymi. Zarówno częstotliwości, jak i poziomy składowych sygnału muzycznego są parametrami sterującymi barwą i intensywnością oświetlenia. Jeśli urządzenie iluminofoniczne działa dobrze, powstaje harmonijne połączenie muzyki i światła.

Proste rozwiązanie układowe

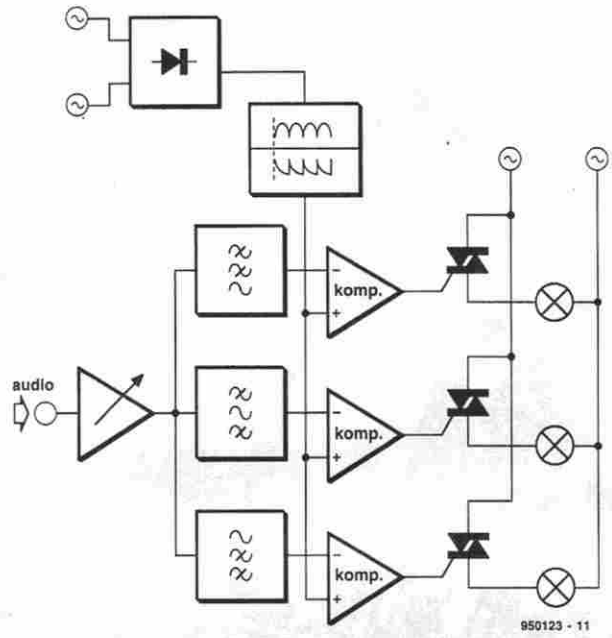
Zaproponowany układ ma doskonały stosunek jakości do ceny - choć jest stosunkowo prosty, daje doskonałe efekty świetlne przy niewielkim nakładzie środków.

Schemat blokowy układu przedstawia ***rysunek 1***. Układ jest trzykanałowy, widmo sygnału muzycznego zostaje więc podzielone na trzy zakresy, w których odbywa się sterowanie świeceniem żarówki lub ich zestawu. Trzy kanały zapewniają wystarczające efekty; wprawdzie rozwiązania o pięciu czy sześciu kanałach mogą być bardziej interesujące, ale koszt dodatkowych kanałów w porównaniu z układem trzykanałowym, wynikający z rozbudowanych filtrów, jest nieproporcjonalnie wysoki.

Jak wynika ze schematu blokowego, sygnał wejściowy podawany jest na wejście wzmacniacza o regulowanym wzmocnieniu, którego zadaniem jest podniesienie poziomu sygnału do wartości dostosowanej do następnych stopni, a także ochrona przed przesterowaniem wejścia. Przesterowanie jest groźne z tego powodu, że w jego wyniku powstają harmoniczne zakłócające działanie układu.

Wzmocniony sygnał trafia na trzy filtry: dolnoprzepustowy, pasmowoprzepustowy i górnoprzepustowy, dzielące pasmo sygnału muzycznego na części. Częstotliwości graniczne filtrów wynoszą odpowiednio 250Hz, 700Hz i 4500Hz. W każdym z torów sygnały są przetwarzane w sposób umożliwiający sterowanie żarówką bądź zestawem żarówek. Odfiltrowane sygnały podawane są na wejścia odwracające komparatorów. Lampy są przełączane przy pomocy triaków.

1

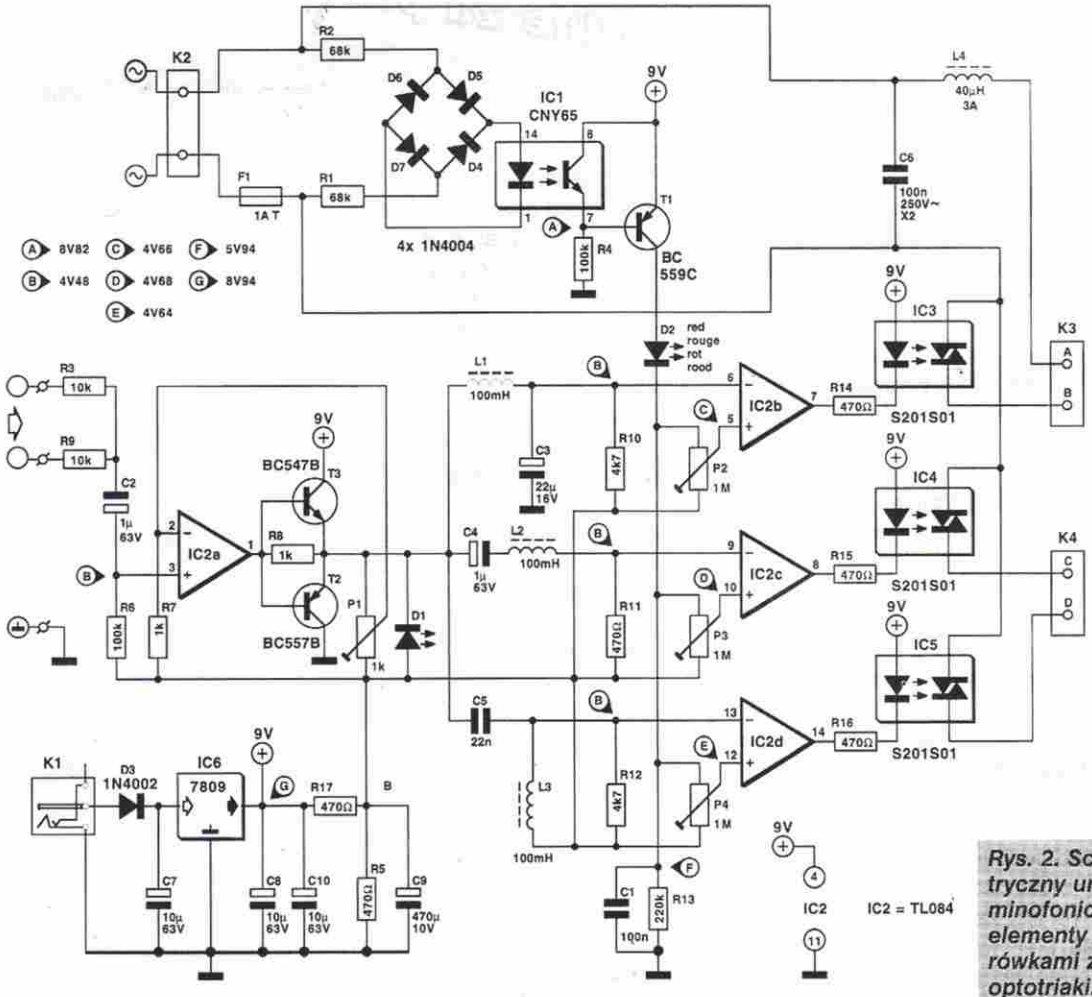


Rys. 1. Schemat blokowy urządzenia iluminofonicznego.

Aby układ reagował również na poziom sygnału, uzupełniono go o dwa bloki widoczne w górnej części schematu. Napięcie sieci jest prostowane, w wyniku czego powstaje sygnał zmienny o częstotliwości 100Hz, który następnie przetwarzany jest na sygnał piłokształtny, zsynchronizowany z przebiegiem napięcia sieciowego. Wartość maksymalna napięcia piły występuje tuż po przejściu przez zero napięcia sieciowego. Jak wynika ze schematu blokowego, napięcie piłokształtne podawane jest na wejścia nieodwracające komparatorów.

Triak jest przełącznikiem elektronicznym, włączającym się po podaniu impulsu na bramkę i wyłączającym się, gdy napięcie anoda-katoda jest równe zeru, czyli w przypadku przejścia przez zero napięcia przemiennego. Tak więc, by przewodzić podczas wszystkich okresów sygnału, triak wymaga cyklicznego podawania na bramkę impulsów. Jeśli przełącznik ten ma przewodzić przez jak największą część połowy cyklu przebiegu przemiennego, impuls włączający powinien być podany natychmiast po przejściu tego przebiegu przez zero. Jeśli impuls zostanie poda-

2

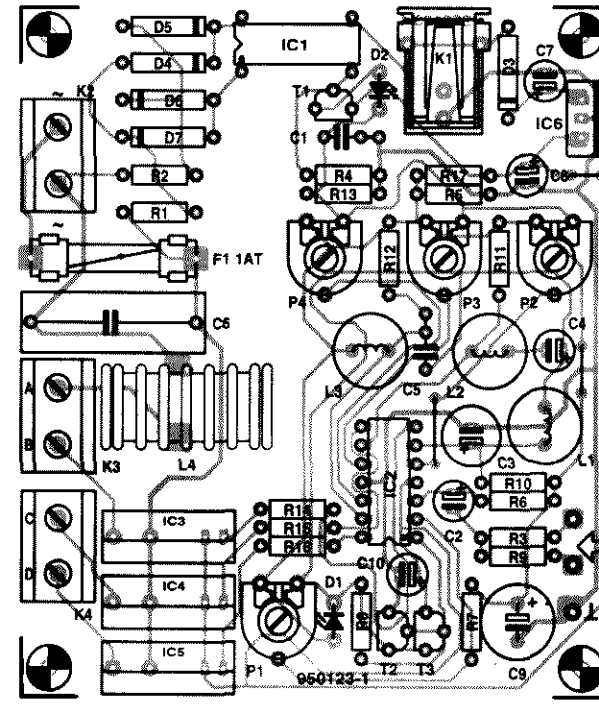


Rys. 2. Schemat elektryczny urządzenia iluminofonicznego. Jako elementy sterujące żarówkami zastosowano optotriaki.

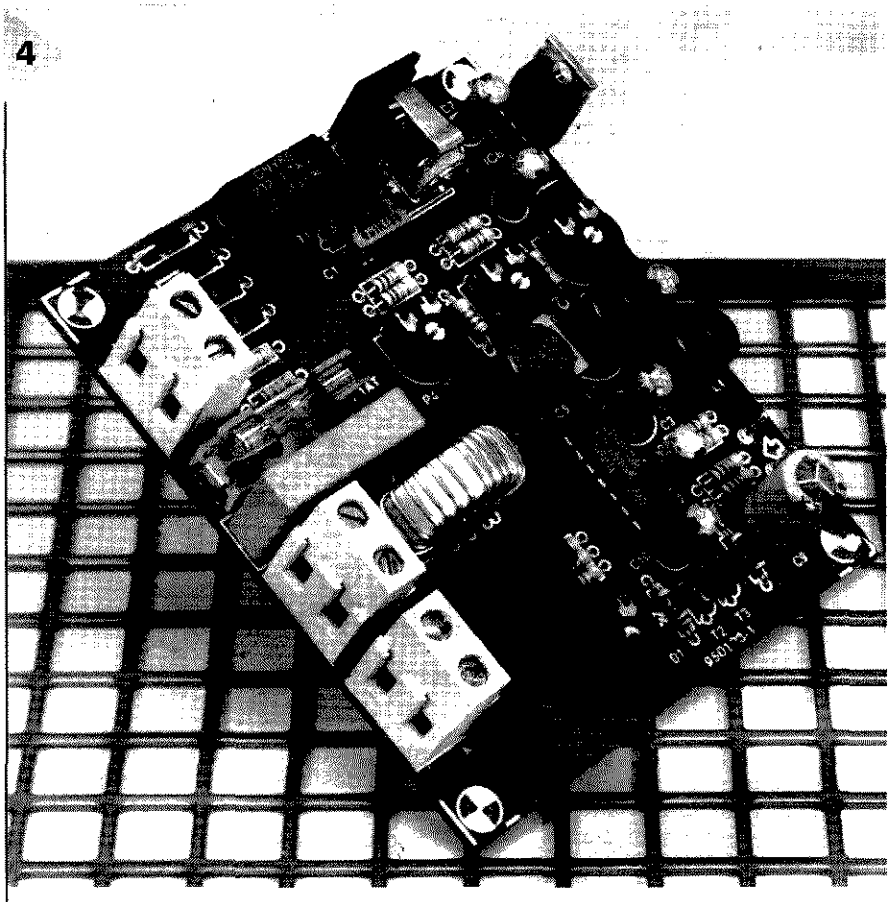
ny na bramkę krótko przed następnym przejściem przez zero, triak będzie przewodził przez niewielką część okresu przebiegu przemiennego, w efekcie czego sterowane żarówki będą świeciły z bardzo niską intensywnością.
Takie rozwiązanie zostało wykorzystane w układzie. Jeśli sygnał zawiera np. składowe niskoczęstotliwościowe o wysokim poziomie, na wyjściu filtru dolnoprzepustowego pojawi się stosunkowo duży sygnał. Napięcie na wejściu odwracającym odpowiedniego komparatora przekroczy poziom przebiegu piłokształtnego natychmiast po wystąpieniu w tym ostatnim przejścia przez zero. Triak zostanie włączony wcześnie, a żarówka będzie świecić z pełną intensywnością.
Przeciwnie, jeśli poziom sygnału muzycznego jest raczej niski, zmiana stanu komparatora nastąpi dopiero przy stosunkowo niskiej wartości napięcia piłokształtnego. Przewodzenie triaka nastąpi znacznie później i sterowana przez niego żarówka będzie świecić z niewielką intensywnością.
Zaletę prezentowanego rozwiązania stanowi prostota jego realizacji. Niemal każdy inny układ, zapewniający podobne efekty, wymaga znacznie większej liczby elementów. Należy jednak tu wspomnieć o niedostatkach proponowanego rozwiązania: układ reaguje wyłącznie na dodatnie połówki sygnału muzycznego (jest to jednak wspólna wada znacznej części urządzeń iluminofonicznych), wykazuje on także pewne niedoskonałości w zakresie niskich częstotliwości - w przypadku sygnału muzycznego o częstotliwości 50Hz lub 60Hz mogą wystąpić niekorzystne warunki wzajemnego wpływu między tym sygnałem a przebiegiem piłokształtnym, w wyniku czego może pojawić się niestabilność momentu wyzwalania triaka. Jednakże tak długo, dopóki poziom sygnału muzycznego jest wystarczający, skutki tych ograniczeń są mało widoczne i urządzenie działa bardzo sprawnie.

Opis układu

Pełny schemat elektryczny układu przedstawia ***rysunek 2***. Wyraźnie widoczne są na nim poszczególne bloki układu. Zasadniczą różnicę między schematem blokowym a elektrycznym stanowi obecność w tym ostatnim elementów pełniących funkcję zabezpieczenia przed porażeniem - mowa tu o transoptorze IC1 i optotriakach IC3,



IC4 i IC5, separujących od pozostałej części układu tę, w której występuje napięcie sieciowe.
Na wejściu urządzenia sygnały lewego i prawego kanału są dodawane na rezystorach R3 i R9. Wynik sumowania podawany jest przez kondensator sprzęgający C2 na wzmacniacz wejściowy, zawierający wzmacniacz operacyjny IC2 oraz stopień mocy z tranzystorami T2 i T3. Tranzystory zapewniają większą wydajność prądową wzmacniacza wejściowego, niezbędną ze względu na fakt, że impedancja, jaką stanowią filtry, jest stosunkowo niska. Poziom wzmocnienia stopnia wejściowego można regulować przy pomocy potencjometru P1. Świecenie diody LED D1 sygnalizuje poziom sygnału wystarczający do wysterowania dalszych części układu.
Za wzmacniaczem wejściowym znajdują się filtry, z których każdy zawiera elementy LC. L1-C3 tworzą filtr dolnoprzepustowy, C4-L2 - środkowoprzepustowy, a C5-L3 - górnoprzepustowy. Rezystory R10, R11 i R12 zapewniają właściwe obciążenie filtrów. Ponieważ filtry są dosyć proste, zbocza ich charakterystyk nie są bardzo strome, niemniej jednak ich częstotliwości graniczne są dostatecznie od siebie oddalone, by zapewnić dobrą separację kanałów. Sygnały wyjściowe filtrów trafiają na wejścia odwracające komparatorów IC2b, IC2c i IC2d. Napięcie piłokształtne podawane jest przez potencjometry P2, P3 i P4 na pozostałe wejścia komparatorów.
Przebieg piłokształtny generowany jest przez układ znajdujący się w górnej części schematu. Przebieg sieciowy, podawany do układu przez złączkę K2, jest prostowany przez diody D4...D7, w wyniku czego powstaje przebieg zmienny o częstotliwości 100Hz, podawany następnie na transoptor IC1. Rezystory R1 i R2 ograniczają prąd diody elektroluminescencyjnej tego transoptora. Przepływający przez diodę LED prąd powoduje niemal ciągłe przewodzenie fototranzystora - jest on bowiem wyłączony tylko przez krótki czas, odpowiadający „okolicy" przejścia przez zero napięcia sieciowego. Tranzystor T1 natomiast przewodzi tylko w momentach zatkania fototranzystora, ponieważ w pozostałym czasie jego złącze emiter-baza jest zwierane przez fototranzystor. Tranzystor T1 w stanie przewodzenia ładuje kondensator C1 do napięcia zasilania pomniejszonego o spadek na diodzie LED D2 (wynoszący około 1,6V). Gdy tranzystor T1 jest zatkany, kondensator C12 jest powoli rozładowywany przez rezystor R13 i potencjometry P2, P3 i P4. W wyniku szybkiego ładowania i wolnego rozła-



Fot. 4. Tak powinna wyglądać płytka urządzenia.

dowywania na kondensatorze C1 powstaje napięcie piłokształtne, wykorzystywane jako napięcie odniesienia. Wartości elementów zostały dobrane w taki sposób, by w ciągu pojedynczego okresu następował spadek do około połowy wartości napięcia zasilania. Potencjometry P2, P3 i P4 umożliwiają indywidualne ustawienie przebiegu piły dla każdego z komparatorów, co stanowi swoisty odpowiednik regulacji czułości.

Tu właściwie kończy się opis układu. Przełączniki elektroniczne sterujące świeceniem żarówek są sterowane bezpośrednio z wyjść komparatorów. Jak już wspomniano, zastosowano optotriaki (IC3, IC4 i IC5 - S201S01 firmy Sharp) w celu zapewnienia galwanicznej izolacji pozostałej części układu od napięcia sieci. Nabywając te podzespoły należy uważać, by nie popełnić pomyłki - optotriaki typu S201S02 i S201S04 przełączają tylko przy przejściu przebiegu przemiennego przez zero i nie nadają się do prezentowanego układu!

Elementy L4 i C6 tworzą układ eliminacji zakłóceń. Kondensator C6 powinien mieć nominalne napięcie robocze 250V (400VDC lub 600VDC). Najlepiej byłoby tu zastosować kondensator typu X2, który w przypadku powstania łuku wewnętrznego lub przebicia zachowuje się tak, jak przerwa w układzie, nie zaś jak zwarcie.

Układ jest zasilany napięciem 9V dostarczanym przez prosty stabilizator (IC6). Połowa napięcia zasilania niezbędna do uzyskania przebiegu piłokształtnego powstaje w wyniku podziału napięcia na elementach R17/R5. Pobór prądu układu jest bardzo skromny i umożliwia zastosowanie zasilacza sieciowego o wydajności prądowej około 100mA przy 12V. Zasilacz podłączany jest do gniazda K1 (uwaga na polaryzację!).

Płytka drukowana

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przedstawiono na ***rysunku 3***. Na płytce mieszczą się wszystkie podzespoły układu, w tym optotriaki, złącza i układ eliminacji zakłóceń. Płytka dostępna jest za pośrednictwem Działu Obsługi Czytelników.

Montaż - jeśli prowadzony będzie zgodnie ze schematem rozmieszczenia elementów - nie powinien sprawić szczególnych trudności. Montaż należy rozpocząć od zasilacza z układem IC6. Doprowadzić do złącza K1 napięcie zasilania i sprawdzić, czy na kondensatorach C8 i C9 występują napięcia odpowiednio 9V i 4,5V. Jeśli tak jest, należy zmontować stopień wejściowy. Po zakończeniu montażu ponownie doprowadzić zasilanie oraz podać na wejście sygnał muzyczny. Jeśli układ działa prawidłowo, regulacja potencjometrem P1 powinna doprowadzić do zaświecenia diody LED D1. Należy także zmierzyć pobór prądu, który nie powinien przekraczać około 20mA.

Montaż dalszej części układu powinien być przeprowadzony bardzo staranie i uważnie, ponieważ jest to część, w której obecne będzie napięcie sieciowe.

Po zakończeniu lutowania płytka powinna wyglądać jak prototyp przedstawiony na ***rysunku 4***. Należy doprowadzić napięcie zasilania do złączki K1 oraz napięcie sieciowe do złączki K2 (używając izolowanego kabla sieciowego). Dalsze operacje należy przeprowadzać z najwyższą ostrożnością. Zmierzyć napięcie na kondensatorze C1, które powinno wynosić około 5,94V (rysunek 2). Osoby dysponujące oscyloskopem mogą obejrzeć przebieg napięcia piłokształtnego, którego wartości powinny mieścić się w przedziale 7,5V...4,5V. Następnie zmierzyć napięcia w pozostałych punktach testowych zaznaczonych na schemacie. Napięcia te (stałe) uzyskano przy pomocy multimetru cyfrowego o wysokiej impedancji. Stosowany multimetr powinien zapewniać eliminację składowej zmiennej ewentualnie nałożonej na składową stałą.

Obudowa

Po upewnieniu się, że układ działa prawidłowo, należy umieścić układ w obudowie. Ze względów bezpieczeństwa należy użyć obudowy metalowej, która zapewni możliwość bezpiecznego umieszczenia czterech gniazd sieciowych na płycie tylnej. Prototyp umieszczono w obudowie LC850 firmy Telnet (wymiary 200x180x80mm), zapewniającej dużo przestrzeni.

Sposób okablowania urządzenia przedstawia ***rysunek 5***. Sygnały muzyczne doprowadzane są przez parę gniazd „cinch", które należy starannie odizolować od obudowy, zaś ich połączenie z płytką wykonać przewodem ekranowanym.

WYKAZ ELEMENTÓW

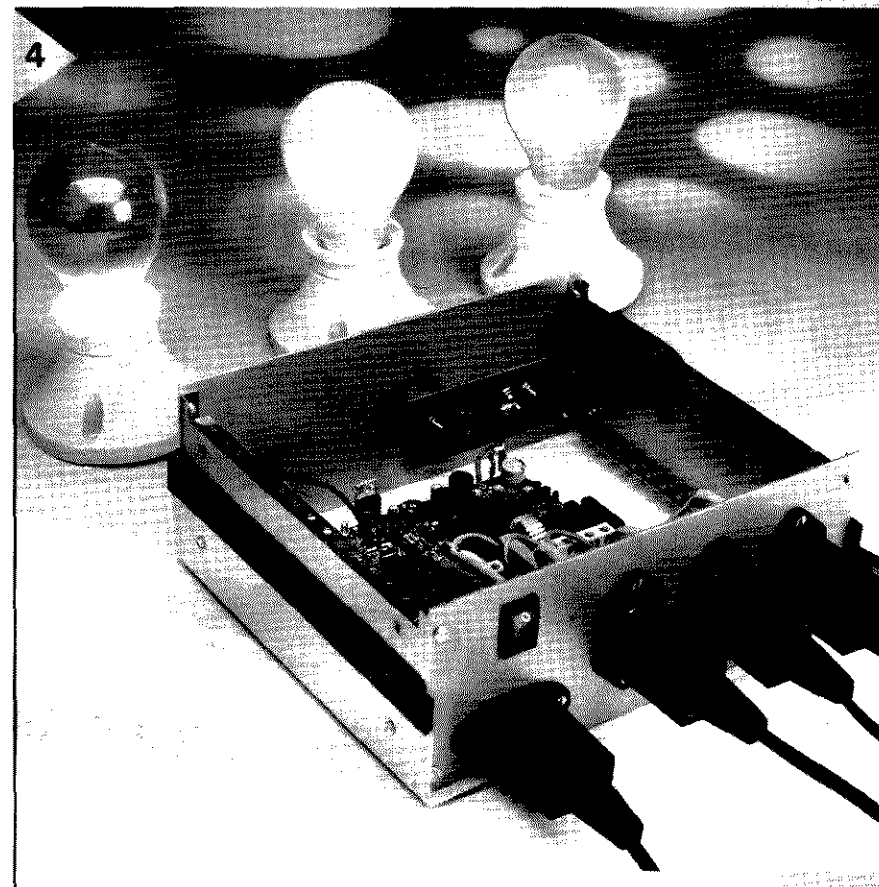
Rezystory
R1, R2: 68kΩ
R3, R9: 10kΩ
R4, R6: 100kΩ
R5, R11, R14...R17: 470Ω
R7, R8: 1kΩ
R10, R12: 4,7kΩ
R13: 220kΩ
P1: 1kΩ, potencjometr do montażu poziomego
P2...P4: 1MΩ, potencjometr do montażu poziomego

Kondensatory
C1: 100nF
C2, C4: 1μF/16V, stojące
C3: 22μF/16V, stojący
C5: 22nF
C6: 100nF/250VAC, klasa X2
C7, C8, C10: 10μF/63V, stojące
C9: 470μF/10V, stojący

Półprzewodniki
D1: czerwona dioda LED, o niskim poborze prądu
D2: czerwona dioda LED
D3: 1N4002
D4...D7: 1N4004
T1: BC559C lub BC560C
T2: BC557B
T3: BC547B
IC1: CNY65
IC2: TL084
IC3...IC5: S201S01 (Sharp)
IC6: 7809

Indukcyjności
L1...L3: 100mH (Toko)
L4: 40μH, dławik triaka

Różne
K1: gniazdo zasilania
K2...K4: złączki przewodowe podwójne
F1: bezpiecznik 1A (T) z podstawką do montażu na płytce
obudowa 20x180x80mm, np. Telnet LC850
dwubiegunowy wyłącznik sieciowy ze wskaźnikiem (np. Russenberger R1920)
gniazdo sieciowe lub kabel sieciowy z odgiętką
trzy wyjściowe gniazda sieciowe (Euro) lub trzy kable sieciowe z odgiętką
płytka prototypowa SD-950123-1, 0,8dm²


4

Złączka kablowa K2 podłączona jest do dwubiegunowego wyłącznika sieciowego z neonową sygnalizacją włączenia. Wyłącznik ten jest połączony kablem sieciowym z gniazdem sieciowym znajdującym się na płycie tylnej obudowy. Rysunek 5 przedstawia także sposób podłączenia żarówek (zestawów żarówek) do złączek K3 i K4. Do podłączenia przewodów lamp zaleca się użycie trzech gniazd sieciowych, takich samych jak służące do zasilania monitora z komputera PC, montowanych na płycie tylnej obudowy urządzenia. Nie wolno zapomnieć o połączeniu mas wszystkich gniazd (także gniazda doprowadzającego napięcie sieciowe) oraz połączeniu ich z obudową.
Zdjęcie umieszczone na wstępie artykułu przedstawia wykonany prototyp urządzenia iluminofonicznego.

Regulacje i eksploatacja

Przeprowadzenie regulacji układu jest sprawą niezwykle prostą. Należy włączyć zasilanie i doprowadzić do wejścia sygnały muzyczne. Jeśli nie zostało to jeszcze wykonane, należy wyregulować potencjometr P1 tak, by świeciła dioda LED D1. Następnie ustawić potencjometry P2, P3 i P4 w taki sposób, by uzyskać żądaną reakcję żarówek na sygnał muzyczny.
Niektórym może wydać się dziwne, dlaczego jako P1...P4 zastosowano potencjometry montażowe, nie zaś zwykłe. Okazuje się, że współczesne źródła sygnałów audio, jak CD lub DAT, dają sygnały o znacznie bardziej stabilnym poziomie niż dawny gramofon, dzięki czemu nie są niezbędne przez cały czas dostępne elementy regulacyjne.
Na zakończenie trzeba powiedzieć kilka słów na temat mocy sterowanych żarówek. Aby zapewnić bardzo bezpieczne warunki pracy układu, zalecane jest użycie bezpiecznika 1A, co oznacza możliwość podłączenia do każdego kanału żarówki bądź zestawu żarówek o mocy 75W. Płytka drukowana i optotriaki mogą jednak pracować przy wyższych poziomach mocy. Maksymalny dopuszczalny pobór prądu urządzenia wynosi 2A, w związku z czym w każdym kanale można sterować mocą około 150W. ■

ZASILACZ NAPIĘĆ SYMETRYCZNYCH



Układy elektroniczne pobierające prąd o natężeniu przekraczającym kilka miliamperów nie powinny być zasilane bateryjnie. Większość z nich posiada własny zasilacz bądź gniazda do podłączenia zasilacza sieciowego. W praktyce zasilacz sieciowy o zmiennym napięciu jest najczęściej stosowanym źródłem zasilania, zwłaszcza podczas uruchamiania nowopowstałych konstrukcji. Wszystko, co pozostaje wtedy do zrobienia, to wybranie przełącznikiem odpowiedniej polaryzacji i wartości napięcia zasilania.

L. Pijpers

Prosty zasilacz sieciowy może być nawet wykorzystywany jako mały zasilacz do celów doświadczalnych, czemu jednak towarzyszą pewne niedogodności. Wiele takich zasilaczy zawiera jedynie mały transformator sieciowy, prostownik i kondensator wygładzający, często o zbyt małej pojemności. Ponadto napięcie wyjściowe takiego zasilacza w przypadku małych obciążeń jest wyższe od nastawionego, co oczywiście może nie być korzystne dla zasilanego układu.

Prezentowany dziś zasilacz jest bardziej skomplikowany - zawiera scalony stabilizator napięcia. Układ taki skutecznie eliminuje tętnienia i zapewnia stabilne napięcie wyjściowe.

Stabilizator stwarza także możliwość ciągłej regulacji napięcia wyjściowego. W wielu sytuacjach nie jest to konieczne, natomiast korzystnie jest dysponować dwoma lub trzema różnymi napięciami. Oczywiście, jeśli zasilacz nie jest wyposażony w woltomierz, poziom napięcia zasilającego należy sprawdzać przy pomocy multimetru.

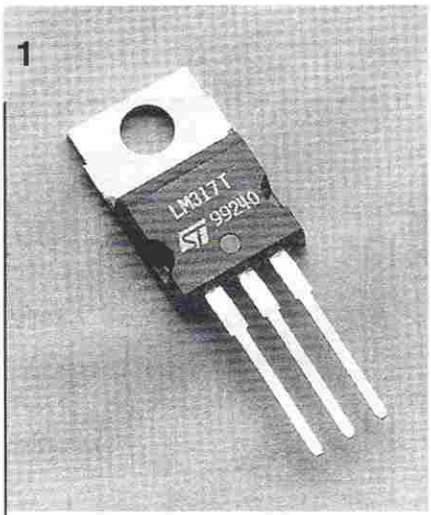
Wszystkie te względy stały u podstaw powstania niniejszego projektu zasilacza, zapewniającego możliwość wyboru przy pomocy zwykłego przełącznika jednego z trzech napięć: 5V, 9V i 12V. Ponieważ wiele układów zawiera wzmacniacze operacyjne, wymagające symetrycznego zasilania, proponowany zasilacz jest podwójny. Połączenie szeregowe obu części zasilacza daje symetryczne źródło zasilania. Zasilacz może być także wykorzystany do zasilania dwóch układów o różnych napięciach zasilania.

Stabilizator napięcia

Ponieważ urządzenie zapewnia trzy różne napięcia zasilania, zastosowano stabilizator, którego napięcie wyjściowe można ustawić przy pomocy kilku rezystorów (***rysunek 1***). Napięcie wyjściowe można obliczyć na podstawie zależności:

$$U_{out} = 1{,}25\left(1+\frac{R2}{R1}\right) + I_{adj}\,R2$$

1



Rys. 1. Widok stabilizatora LM317.

Transformator a zasilacz sieciowy

Każdy stabilizator jest w stanie dostarczyć prąd o natężeniu do 1,5A. Spadek napięcia na stabilizatorze wynosi od 3V do 40V.

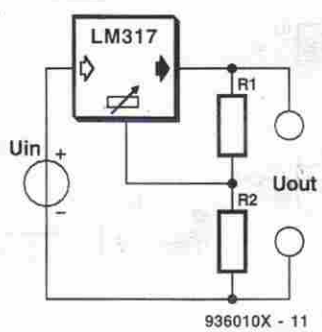
Uproszczona reguła ustalania pojemności kondensatora wygładzającego mówi, że na każdy amper (stałego) prądu wyjściowego pojemność ta nie powinna być niższa niż 220µF.

Podany w wykazie elementów transformator daje napięcia wtórne 2x12V/3,3VA. Natężenie zmiennego prądu wyjściowego wynosi więc 138mA i jest od niego 1,4...1,5 razy większe od maksymalnego natężenia stałego prądu wyjściowego. Maksymalne natężenie prądu każdej z części zasilacza wynosi 100mA, co znaczy, że wartość pojemności wygładzającej powinna wynosić co najmniej 220µF. Zaproponowana na schemacie wartość 470µF zapewni więcej niż wystarczające tłumienie tętnień.

Należy także pamiętać o tym, że napięcie panujące na kondensatorze elektrolitycznym nie może przekraczać maksymalnego dopuszczalnego napięcia tego kondensatora. Należy więc ustalić, ile - w najgorszym przypadku - może wynieść napięcie wejściowe. Maksymalne napięcie po wyprostowaniu jest równe amplitudzie napięcia wtórnego, czyli w omawianym przypadku 2x12 = 17V. Jak jednak uczy doświadczenie, napięcie to wykazuje silną zależność od prądu obciążenia i może być nawet o 40% wyższe od właśnie obliczonej wartości, sięgając około 23,8V. Maksymalne napięcie pracy kondensatorów elektrolitycznych powinno wobec tego wynosić 25V.

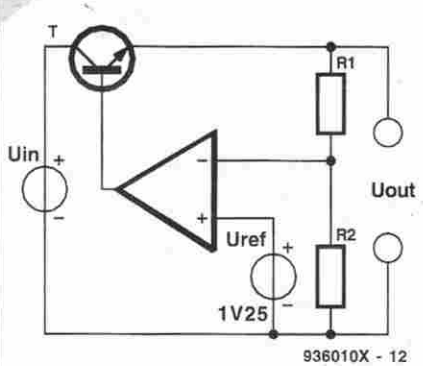
Chłodzenie stabilizatora napięcia nie jest konieczne we wszystkich przypadkach. Tracone ciepło jest zależne od iloczynu natężenia prądu wyjściowego i spadku napięcia na stabilizatorze. Radiator jest potrzebny wtedy, gdy układ scalony nagrzewa się do tego stopnia, że nie można utrzymać na nim palca.

2



Rys. 2. Napięcie wyjściowe stabilizatora LM317 ustalane jest przy pomocy dwóch rezystorów.

3



Rys. 3. Podstawowe elementy wewnętrzne stabilizatora napięcia.

gdzie 1,25 oznacza napięcie odniesienia stabilizatora, a I_{adj} jest natężeniem prądu płynącego z wejścia sterującego stabilizatora do masy.

Źródło napięcia odniesienia zostało uwidocznione na ***rysunku 3***. Komparator porównuje część napięcia wyjściowego, wynikającą ze stopnia podziału dzielnika R1/R2, z napięciem odniesienia. Jeśli napięcie U_{out} jest zbyt niskie, sygnał z wyjścia komparatora powoduje wzrost prądu przewodzenia tranzystora szeregowego, spadek napięcia kolektor-emiter tego tranzystora i wzrost napięcia U_{out}. Taki układ zapewnia praktycznie stałą wartość napięcia U_{out}.

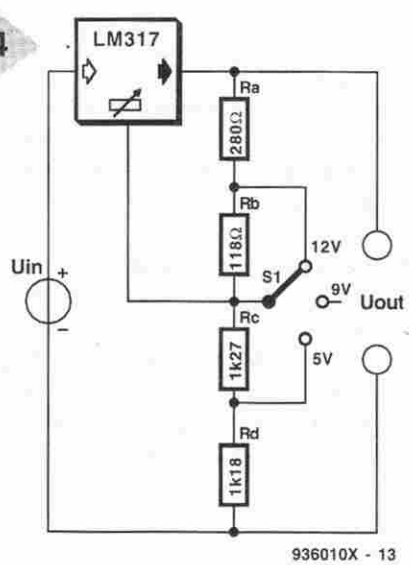
W praktyce wartość natężenia prądu I_{adj} leży w granicach 50µA ...100µA. Ponieważ jest to niewiele, składnik sumy $I_{adj} \cdot R2$ można pominąć, a formuła uproszczona przedstawia się następująco:

$$U_{out} = 1{,}25\left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

i daje w większości przypadków zadowalające rezultaty.

Stabilizator jest wykorzystany w prezentowanym zasilaczu w taki właśnie sposób, a sposób zmiany napięcia wyjściowego wyjaśnia ***rysunek 4***. R1 obejmuje sumę rezystancji znajdujących się między wyjściem stabilizatora a jego wejściem sterującym, natomiast R2 jest

4



Rys. 3. Podstawowe elementy wewnętrzne stabilizatora napięcia.

Kilka definicji

Komparator
Układ porównujący napięcie, zwykle w postaci wzmacniacza operacyjnego pozbawionego pętli sprzężenia zwrotnego. Jeśli potencjał panujący na wejściu nieodwracającym (+) przekracza potencjał wejścia odwracającego (–), napięcie wyjściowe jest bliskie dodatniemu napięciu zasilania. W sytuacji odwrotnej napięcie wyjściowe jest bliskie ujemnemu napięciu zasilania. Działanie komparatora zależy od wzmacniacza operacyjnego, bardzo silnie wzmacniającego różnicę potencjałów panującą między jego wejściami.

Źródło odniesienia
Źródło wysokostabilnego napięcia, prądu lub częstotliwości, wykorzystywane przez układy porównujące do pomiaru, ustawiania poziomu lub kalibracji.

Napięcie tętnień
Napięcie uzyskiwane z napięcia przemiennego w wyniku prostowania i filtracji nie jest idealnie stałe. Praktyka uczy, że - zależnie od obciążenia - napięcie to posiada pewną składową zmienną, nałożoną na składową stałą, określaną mianem napięcia tętnień.

Źródło napięciowe
Układ dający stałe napięcie niezależnie od obciążenia. Układ taki wykazuje bardzo niską rezystancję wewnętrzną.

Zasilacz symetryczny
Zasilacz dostarczający dodatniego i ujemnego napięcia względem napięcia odniesienia, np. ±15V. Różnica potencjałów między dodatnim i ujemnym biegunem zasilania wynosi wtedy 30V.

5

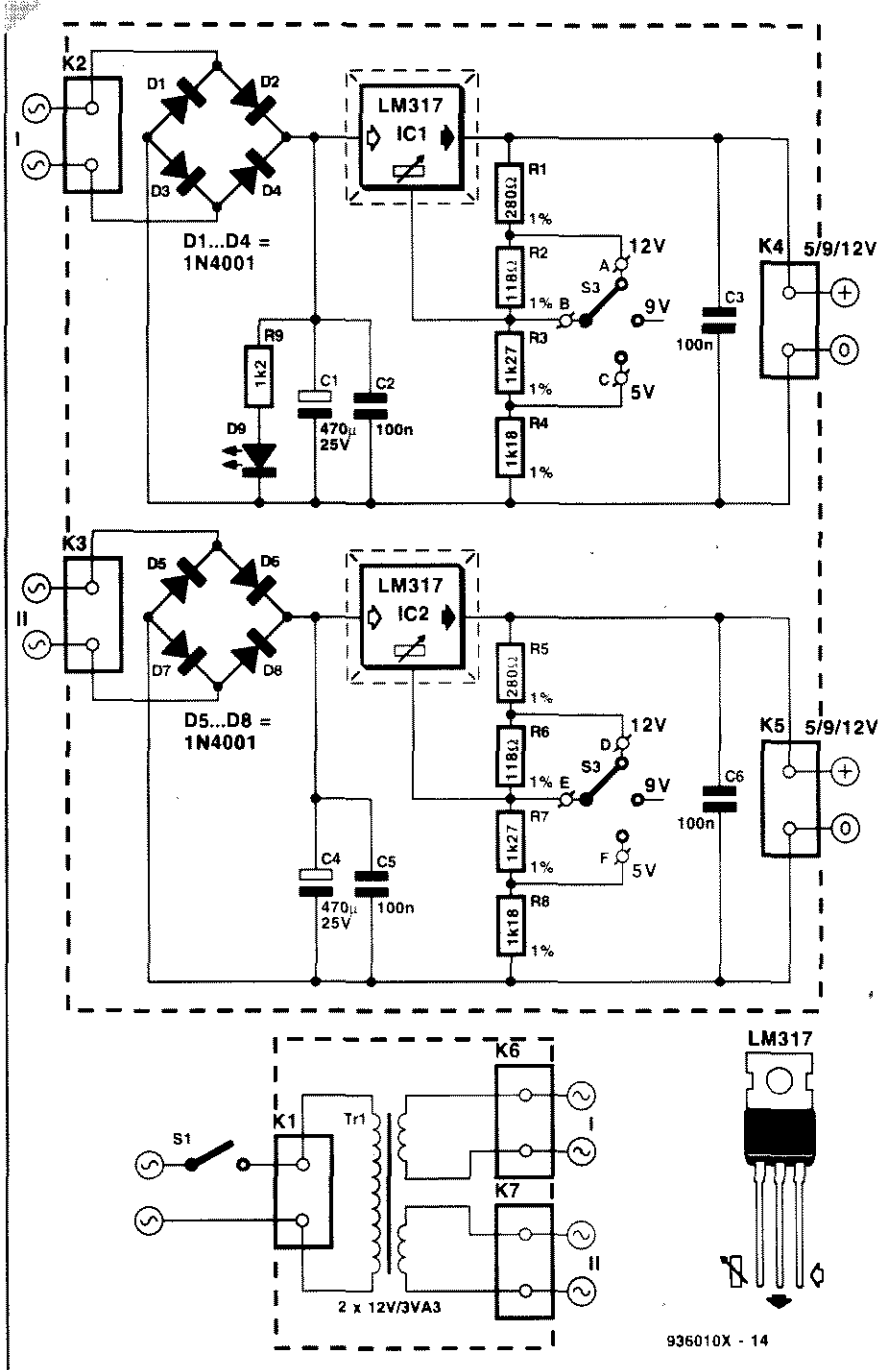


Fig. 5. Schemat elektryczny podwójnego zasilacza. Zastosowanie symetrycznych stopni wyjściowych IC1 i IC2 pozwala uzyskać z zacisków (+) względem K3.

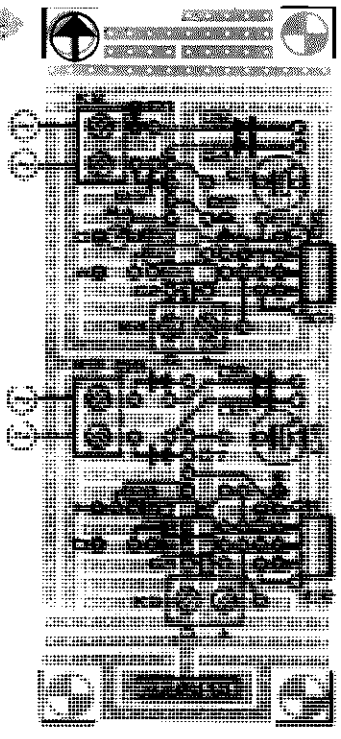
sumą rezystancji znajdujących się między wejściem sterującym a masą. Jeśli przełącznik S1 znajduje się w położeniu odpowiadającym napięciu 12V, R1=Ra i R2=(Rc+Rd). Rezystor Rb jest zwarty. Na podstawie podanej wyżej zależności uzyskuje się:

$$U_{out} = 1{,}25[1+\frac{(1270+1280)}{280}] = 12{,}19V$$

Jeśli przełącznik S1 znajduje się w położeniu odpowiadającym napięciu 9V, w obliczeniach uwzględniane są wszystkie cztery rezystory Ra...Rd. Rezystancja R1 wynosi wtedy (Ra+Rb)=280+118=398Ω, natomiast R2=(Rc+Rd)=1270+1180=2450Ω. Napięcie wyjściowe wynosi:

$$U_{out} = 1{,}25[1+\frac{2450}{398}] = 8{,}94V$$

W przypadku gdy przełącznik S1 jest ustawiony w położeniu odpowiadają-



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej zasilacza.

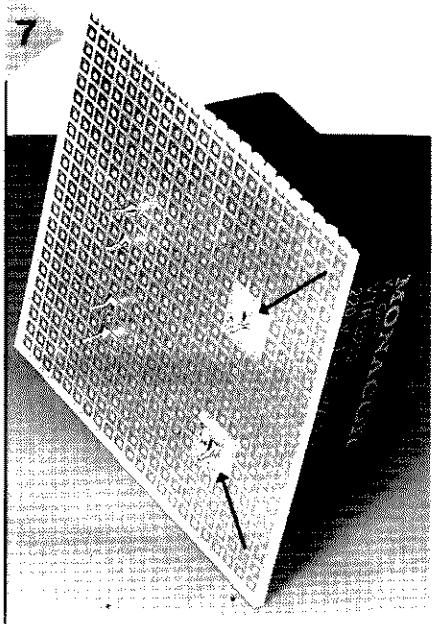
cym napięciu 5V, R1 jest sumą Ra i Rb, a R2=Rd. Napięcie wyjściowe wynosi:

$$U_{out} = 1,25[1+\frac{1180}{398}] = 4,96V$$

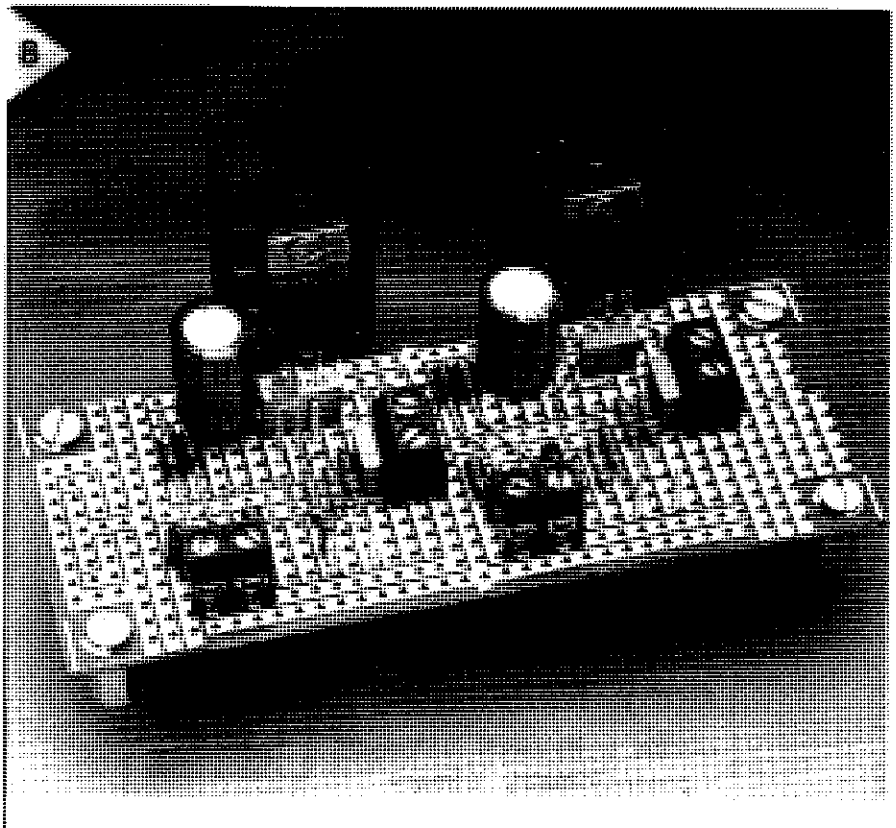
Nieznaczne odchylenia napięć uzyskiwanych w warunkach praktycznych od wyników obliczeń oczywiście nie mają znaczenia.

Opis układu

Układ przedstawiony na ***rysunku 5*** zawiera dwie podobne części. Kondensatory C3 i C6, umieszczone na wyjściach stabilizatorów zapewniają stabilność układów.
Napięcia przemienne doprowadzone są do złączek K2 i K3 i następnie prostowane przez mostki diodowe D1...D4 i D5...D8. Uwaga: układ można zbudować z transformatorem sieciowym TR1 do montażu na płytce, którego uzwojenia wtórne połączone zostaną ze złączkami K2 i K3 przez złączki K6 i K7. Transformator można oczywiście zastąpić odpowiednim zasilaczem sieciowym. Należy przy tym pamiętać że dostarczane napięcia przemienne powinny być o co najmniej 3V wyższe niż żądane napięcie zasilania. Dioda D9 jest wskaźnikiem obecności napięcia zasilającego.



Rys. 7. Wykonanie ścieżek przez [illegible] płytki drukowanej [illegible]

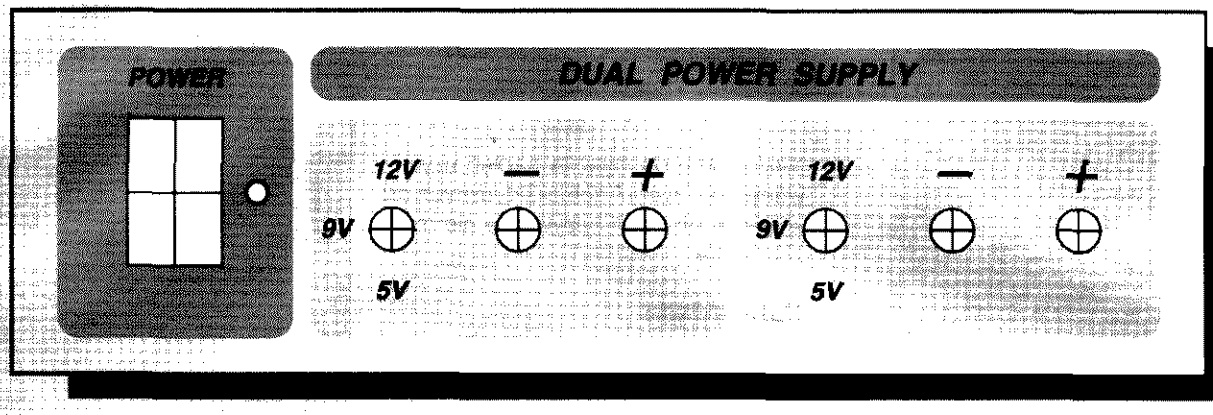


Rys. 8. Widok skompletowanej płytki prototypu.

Wykonanie

Zasilacz najprościej jest zbudować używając uniwersalnej płytki drukowanej. Rozmieszczenie elementów na płytce i sposób wykonania przecięć ścieżek przedstawia ***rysunek 6***. Układy scalone ulokowane są przy krawędzi płytki, co - w razie konieczności - ułatwia uzupełnienie urządzenia o radiatory.
Kondensatory wygładzające przystosowane są do pracy z napięciem zmiennym 12V. Jeśli jest ono wyższe, należy zastosować kondensatory o odpowiednio wyższych parametrach.
Jeśli wykorzystywany jest transformator do montażu na płytce, odstęp od ścieżek prowadzących napięcie 220V nie powinien być mniejszy od 6mm, co znaczy, że w niektórych miejscach trzeba usunąć ścieżki (***rysunek 7***). Najłatwiej jest to zrobić nożem, po podgrzaniu ścieżek lutownicą. Wszystkie połączenia transformatora należy poprowadzić przy pomocy izolowanej plecionki.
Skompletowane płytki (rysunek 6) należy umieścić w metalowej obudowie (pokazano to na fotografii na ***rysunku 10***).
Napięcia wyjściowe są doprowadzone do czterech izolowanych gniazd znajdujących się na płycie czołowej.

7



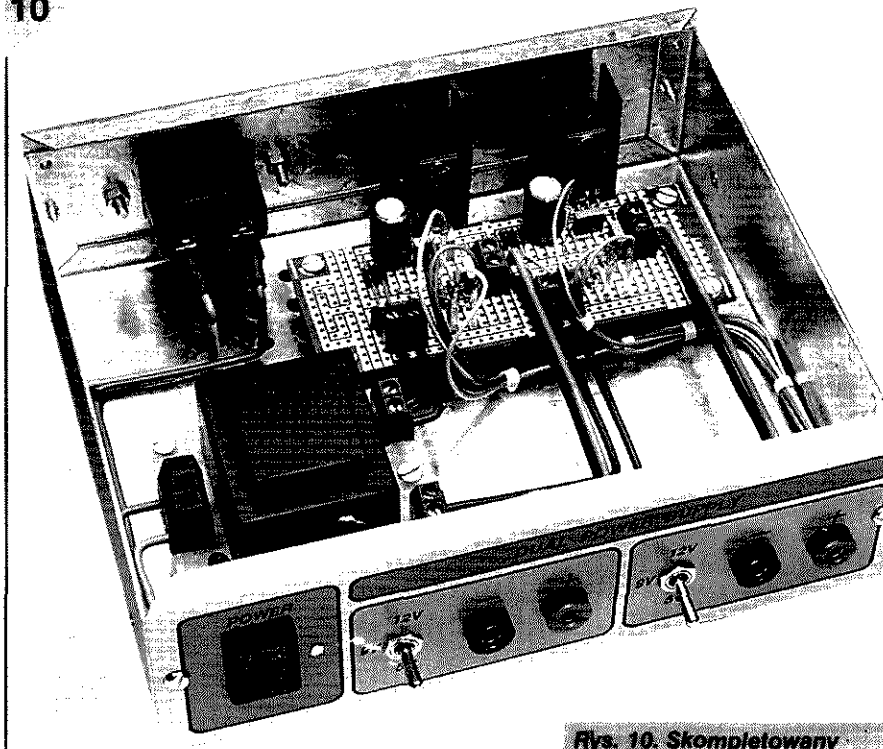
Rys. 9. Propozycja rozwiązania płyty czołowej zasilacza.

Kabel sieciowy powinien być wyposażony w odgiętkę.

Proponowane rozwiązanie płyty czołowej przedstawia ***rysunek 9***.

Jeśli przedstawiany zasilacz podwójny ma być wykorzystany jako zasilacz symetryczny, dodatnia końcówka jednego z zasilaczy powinna zostać połączona z ujemną końcówką drugiego. Połączenie to staje się masą (środkiem) zasilania, a pozostałe końcówki każdego z zasilaczy dają dodatnie i ujemne napięcie. ■

10



Rys. 10. Skompletowany prototyp w obudowie.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R5: 280Ω, 1%
R2, R6: 118Ω, 1%
R3, R7: 1,27kΩ, 1%
R4, R8: 1,18kΩ, 1%
R9: 1,2kΩ

Kondensatory
C1, C4: 470µF/25V
C2, C5, C6: 100nF, raster 5mm
C3: 100nF, raster 7,5mm

Półprzewodniki
D1...D8: 1N4001
D9: czerwona dioda LED, ϕ3mm
IC1, IC2: LM317

Różne
K1: złączka przewodowa podwójna, raster 7,5mm
K2...K7: złączka przewodowa podwójna, raster 5mm
S1: przełącznik 240V/2A
S2, S3: przełącznik trójpozycyjny
TR1: transformator sieciowy 2x12V/3,3VA (patrz tekst)
radiator KL90 do układów IC1 i IC2
obudowa metalowa 14x167x51mm,
4 izolowane gniazda

MERA Sp. z o.o.
02-363 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202
tel. 23 76 33 lub 23 76 50
telex 81 47 14, fax 23 87 40

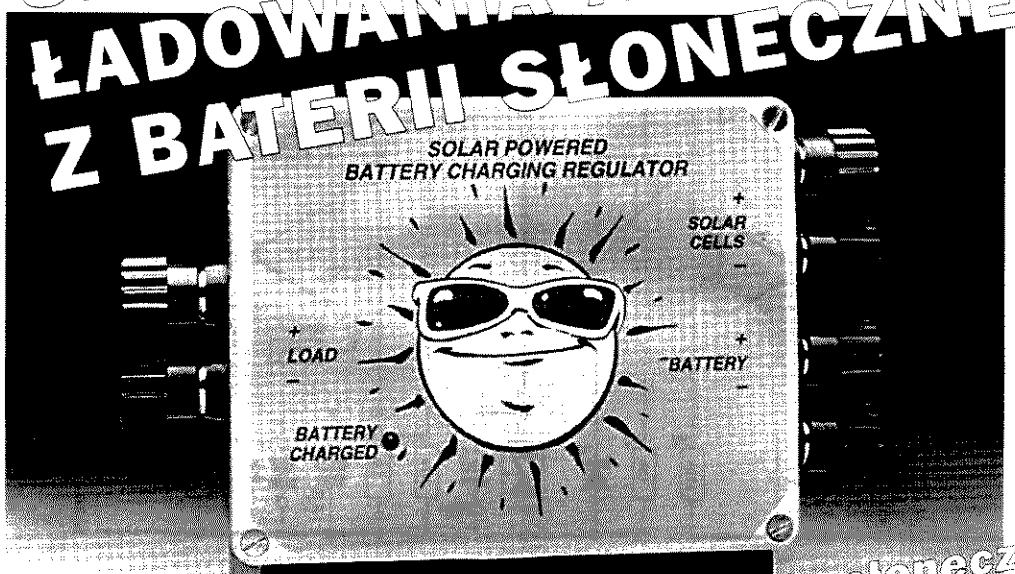
jako dystrybutor firmy francuskiej

oferuje w ilo´ciach hurtowych:
- **potencjometry**, **trimery**,
- **mikrowyłączniki**, **isostaty**,
- **dławiki**.

radiohm

Wyroby są zgodne z wymaganiami IEC i mają atest VDE oraz UL.

UKŁAD REGULACJI ŁADOWANIA AKUMULATORA Z BATERII SŁONECZNEJ



Niezbędny element między baterią słoneczną a akumulatorem

Biorąc pod uwagę postępującą degradację środowiska i zmniejszające się rezerwy naturalnych źródeł energii nie jest trudno przewidzieć znaczny wzrost roli energii słonecznej w najbliższych latach. Korzystanie z energii słonecznej jest tym bardziej interesujące, że dostawca energii nie przysyła rachunków. Do wykorzystywania energii słonecznej potrzebne są - oprócz dobrego nasłonecznienia - bateria słoneczna, akumulator i odpowiedni układ regulacji ładowania - taki jak opisany w niniejszym artykule.

Podstawowe dane

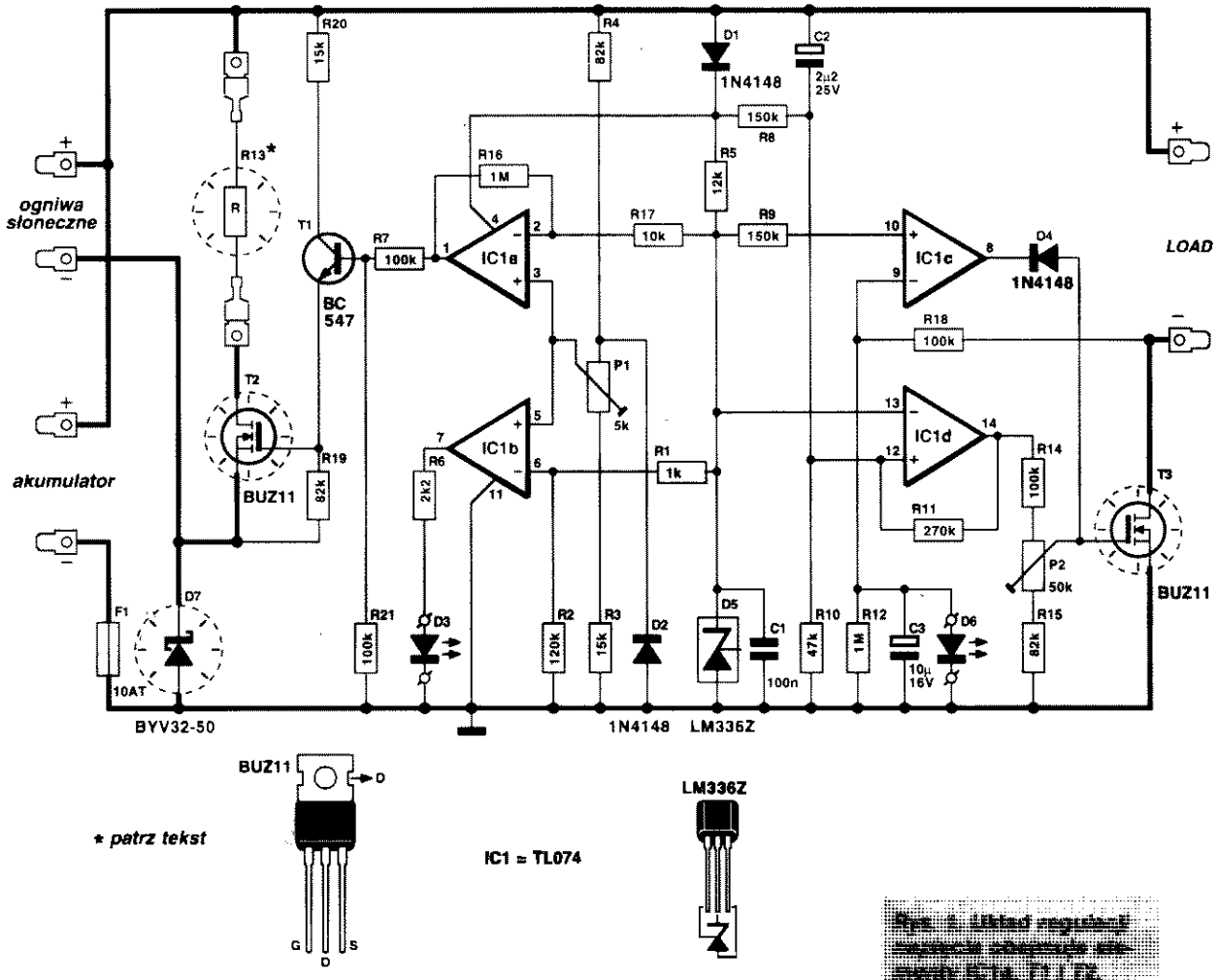
współpracuje z akumulatorami o napięciu 12V i pojemnościach w zakresie 1Ah...100Ah
maksymalne natężenie prądu ładowania 10A
wysoka sprawność
niski pobór prądu (typ. 1,7mA)
równoległa regulacja prądu ładowania
zabezpieczenie przed przeładowaniem akumulatora dzięki układowi ograniczania napięcia
zabezpieczenie przed głębokim rozładowaniem akumulatora
bezpiecznik elektroniczny
zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją baterii słonecznej i akumulatora

Choć baterie słoneczne są nadal dość kosztowne, ich ceny spadają i zwłaszcza niewielkich rozmiarów baterie można w chwili obecnej nabyć za rozsądną cenę. Zatroskani stanem środowiska naturalnego elektronicy-amatorzy mogą więc już pomyśleć o wykorzystywaniu energii słonecznej bez konieczności ponoszenia wygórowanych kosztów.

Podstawowymi elementami systemu są oczywiście bateria słoneczna i akumulator o napięciu 12V, służący jako element magazynujący energię. Wymagające niskiego napięcia oświetlenie może być zasilane bezpośrednio z takiego akumulatora, natomiast w przypadku oświetlenia wymagającego napięcia przemiennego 220V niezbędna jest także odpowiednia przetwornica. Zastosowania takie nie są jednak przedmiotem zainteresowania niniejszego artykułu, dotyczącego przede wszystkim współpracy baterii słonecznej i akumulatora.

Choć byłoby to wspaniale proste i wygodne, bezpośrednie połączenie baterii słonecznej i akumulatora nie jest możliwe - niezbędny jest odpowiedni układ regulacji ładowania. Jego zasadniczą funkcją jest ograniczanie prądu ładowania w sytuacji, gdy bateria dostarcza go w nadmiarze w stosunku do możliwości akumulatora. Jest to niezbędne, ponieważ przeładowanie aku-

Układ regulacji ładowania akumulatora z bateril słonecznej



mulatora grozi jego poważnym uszkodzeniem i z całą pewnością skraca okres jego eksploatacji. Ryzyko przeładowania w przypadku braku układu regulacji jest wciąż obecne, ponieważ prąd dostarczany przez baterię słoneczną zależy od ilości padającego na nią światła.

Istnieją dwa podstawowe sposoby regulacji prądu ładowania akumulatora: szeregowa lub równoległa. Szeregowy element regulacyjny zostaje włączony szeregowo pomiędzy baterią słoneczną oraz akumulator, natomiast element równoległy (zwierający) łączony jest z nimi równolegle i takiego właśnie typu jest przedstawiany poniżej regulator. Podstawową zaletą równoległego elementu regulacyjnego jest to, że do momentu pełnego naładowania akumulatora pobiera bardzo niewiele energii, jego pobór prądu jest wręcz zaniedbywalny. Jeśli jednakże akumulator jest całkowicie naładowany, cały „nadmiar" energii jest zamieniany na ciepło. Zwłaszcza w przypadku dużych baterii słonecznych element regulacyjny musi więc być odpowiednio „wytrzymały".

Oprócz tej podstawowej funkcji dobry układ regulacji ładowania zapewnia także kilka zabezpieczeń, w tym przed głębokim rozładowaniem akumulatora, elektroniczny bezpiecznik oraz zabezpieczenie baterii i akumulatora przed odwróceniem polaryzacji.

Regulacja napięcia

Schemat elektryczny układu regulacji ładowania ak umulatora z baterii słonecznej przedstawia ***rysunek 1***. Jak z niego wynika, zasadnicze elementy, to dwa tranzystory mocy MOSFET oraz odgrywający bardzo istotną rolę poczwórny wzmacniacz operacyjny.

W układzie można wyróżnić trzy bloki funkcjonalne: stabilizator napięcia zawierający wzmacniacz IC1a, układ ograniczający rozładowanie ze wzmacniaczem IC1d i układ zabezpieczający przed zwarciem ze wzmacniaczem IC1c.

Ponieważ cały układ zasilany jest z akumulatora poprzez diodę D1, zabezpieczającą przed skutkami odwrócenia polaryzacji, układ regulacji ładowania wykonuje swe funkcje także wtedy, gdy bateria słoneczna nie dostarcza prądu. Układ wykorzystuje niestabilizowane napięcie akumulatora (punkt wspólny elementów D2-R4) oraz dokładne napięcie odniesienia 2,5V, pochodzące z diody Zenera D5. Wyprowadzenie regulacyjne tej diody nie jest wykorzystywane.

Ponieważ układ regulacji pobiera prąd o natężeniu nie przekraczającym 2mA, obciążenie akumulatora jest znikome w okresach, gdy bateria słoneczna nie jest odpowiednio oświetlona. Niski pobór osiągnięto dzięki zastosowaniu tranzystorów MOSFET BUZ11 (T1 i T2), sterowanych napięciowo, a więc pracujących z zerową mocą sterowania.

Wracając do układu stabilizacji napięcia: wzmacniacz IC1a jest elementem sterującym, natomiast tranzystor T2 wraz z rezystorem R13 stanowią aktyw-

ne obciążenie baterii słonecznej. Działanie układu jest bardzo proste: część napięcia akumulatora podawana jest na wejście nieodwracające wzmacniacza IC1a przez dzielnik R4-P1-R3. Wspomniane nieco wyżej napięcie odniesienia podawane jest na wejście odwracające tego wzmacniacza.

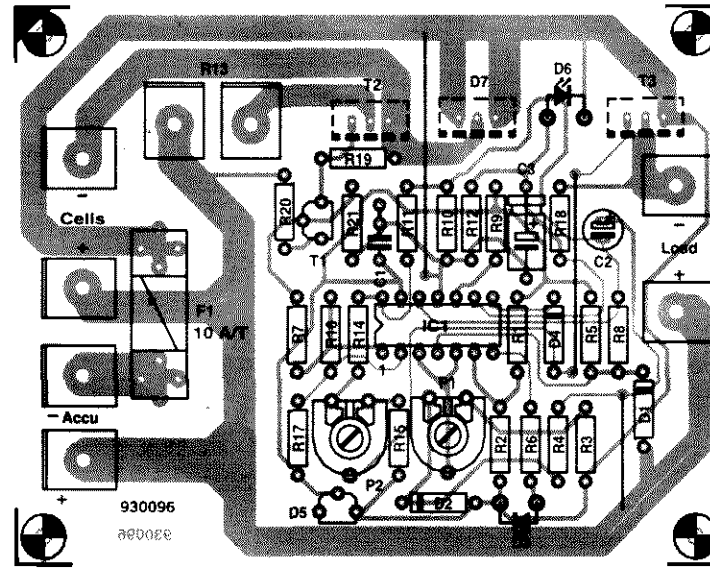
Regulacja napięcia ma charakter proporcjonalny. Napięcie wyjściowe wzmacniacza IC1a śledzi napięcie akumulatora i steruje głębokością przewodzenia tranzystora T1 - im wyższe napięcie akumulatora, tym wyższy prąd tranzystora T1 i tym większy spadek napięcia na rezystorze R19. Spadek ten jest napięciem bramki tranzystora T2 (MOSFET). Im silniej przewodzi ten tranzystor, tym mniejsza jest rezystancja jego kanału, mamy więc do czynienia z regulowanym rezystorem. Ostatecznym skutkiem wzrostu napięcia akumulatora jest wzrost obciążenia baterii słonecznej.

Dioda Schottky'ego D7 zapobiega zniszczeniom, które mogłyby mieć miejsce po zamienieniu końcówek baterii słonecznej, a także uniemożliwia przepływ prądu w kierunku akumulatora do baterii słonecznej. Nie zapewni tego tranzystor T1, ponieważ prąd popłynąłby z akumulatora przez obwód dren-źródło tranzystora T2. Jako D7 użyto diody typu BYV32-50, mającej niski spadek napięcia dla wysokich natężeń prądu w kierunku przewodzenia.

Elementy IC1b i D3 sygnalizują stan procesu ładowania akumulatora. Dioda LED świeci podczas ładowania, gdy napięcie akumulatora przekracza 13,1V. Pobór prądu układu regulacji wzrasta wówczas od 1,7mA do około 7mA. Dioda ta mogłaby również być zasilana z baterii słonecznej, pozostawiając energię zgromadzoną w akumulatorze do innego wykorzystania. Użytkownicy uznający diodę LED za element zużywający energię w sposób bezcelowy mogą ją zastąpić przez amperomierz z centralnym wskazaniem, taki jak stosowane w samochodach.

Układy zabezpieczające

Zabezpieczenie przed głębokim rozładowaniem zapewnia wzmacniacz IC1d, pracujący jako komparator, oraz tranzystor T3 (MOSFET). Napięcie akumulatora jest najpierw zdzielnikowane (elementy R8/R10), a następnie porównane na wzmacniaczu IC1d z pochodzącym z diody D5 napięciem odniesienia 2,5V. Wartości rezystorów dzielnika są dobrane w taki sposób, że na wyjściu IC1d



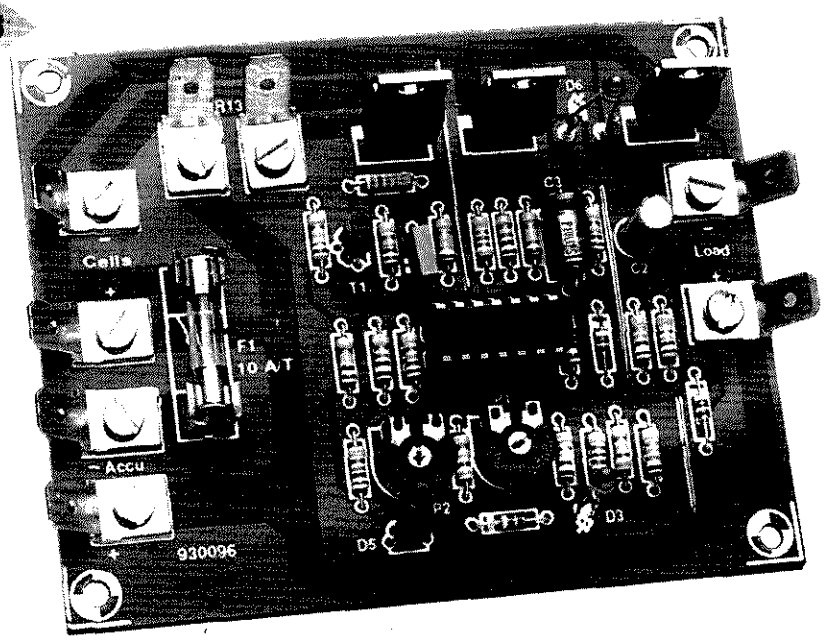
Rys. 2. Obraz płytki zaprojektowanej przez autora artykułu. Elementy T2, T3 i D7 zlokalizowane są przy tej samej krawędzi płytki, co pozwala na zastosowanie wspólnego radiatora.

stan niski pojawia się wtedy, gdy napięcie akumulatora spada poniżej 9V. Następuje wówczas zatkanie tranzystora T3, co oznacza przerwanie ścieżki masy między akumulatorem i obciążeniem. Dzięki histerezie (rezystor R11 w pętli sprzężenia komparatora) zmiana stanu komparatora na wysoki możliwa jest dopiero wtedy, gdy napięcie akumulatora przekroczy 12V. Kondensator elektrolityczny C2 zapobiega przypadkowemu uruchomieniu układu zabezpieczającego przed rozładowaniem przez impulsy wynikające z np. przełączenia dużego obciążenia.

Układ zabezpieczający przed zwarciem działa jak bezpiecznik elektroniczny, odłączając obciążenie od akumulatora w przypadku zwarcia. Zrealizowano to wykorzystując również tranzystor T3, który działa nie tylko jako element przerywający obwód, ale także jako rezystor, na którym mierzony jest spadek napięcia. Spadek napięcia na tym tranzystorze jest dzielnikowany na elementach R12/R18 i następnie podawany na wejście odwracające komparatora IC1c. Także i w tym przypadku napięcie odniesienia pochodzi z diody Zenera D5. Wyłączeniu układu zabezpieczającego odpowiada stan wysoki na wyjściu wzmacniacza IC1c. Dioda D4 jest zablokowana i napięcie na bramce tranzystora T3 wynika wyłącznie ze stanu panującego na wyjściu wzmacniacza IC1d. Przy pomocy dzielnika napięcia R14/P2/R15 można uzyskać napięcia bramki tranzystora T3 w zakresie od 4V do 6V, któremu odpowiada określony spadek napięcia dren-źródło tranzystora T3. Gdy prąd obciążenia osiąga wartość maksymalną, spadek napięcia dren-źródło szybko wzrasta do poziomu, przy którym następuje zmiana stanu na wyjściu wzmacniacza IC1c na niski. Zaczyna przewodzić dioda D4, powodując połączenie bramki tranzystora T3 z masą i zablokowanie tego tranzystora.

Elementy R12/C3 określają szybkość działania bezpiecznika elektronicznego. Dobrane zostały w taki sposób, by reakcja układu była wolna, co - podobnie jak w przypadku zabezpieczenia przed rozładowaniem - zapobiega przypadkowemu włączeniu zabezpieczenia przez zakłócenia. Dioda LED D6 zapobiega naładowaniu kondensatora C3 do napięcia wyższego niż 1,6V. Po wyeliminowaniu przyczyny zwarcia i odłączeniu obciążenia od akumulatora następuje powolne, trwające kilka sekund rozładowywanie kondensatora C3 przez diodę D6.

Z faktu wolnego działania elektronicznego bezpiecznika nie wynika, że natężenie prądu obciążenia może osiągnąć zbyt wysokie wartości. Zanim nastąpi uruchomienie bezpiecznika elektronicznego, napięcie bramki tranzystora T3 powoduje ograniczenie prądu wyjściowego do poziomu wynikającego z nastawy potencjometru P2. Tytułem za-



Fot. 3. Wersja komputerowa prototypu układu regulacji ładowania akumulatora z baterii słonecznej. Bezpiecznik płytki, szyny do montażu mocy R13 i radiatora.

bezpieczenia na wszelki wypadek dodano zwykły bezpiecznik F1, połączony szeregowo z akumulatorem, który powinien zapewnić spokój ducha wszystkim obawiającym się niewłaściwego działania układu. Ostatni element zabezpieczający to dioda D2, która zapobiega zniszczeniu wzmacniaczy IC1a i IC1b na skutek odwrotnego podłączenia akumulatora.

Duży czy mały

Wybór odpowiedniej baterii słonecznej wynika z pojemności akumulatora, z którym będzie ona współpracować. Układ regulacji ładowania został zaprojektowany z myślą o bateriach słonecznych o nominalnych napięciach wyjściowych w zakresie 15V...18V i mocach w zakresie 10W...40W. Takie baterie współpracują zazwyczaj z akumulatorami o pojemnościach w przedziale 36Ah...100Ah. Ponieważ jednak układ regulacji ogranicza natężenie prądu do 10A, może pracować z bateriami słonecznymi o mocy do 150W.
Układ regulacyjny można także wykorzystywać do współpracy z innymi źródłami energii elektrycznej, jak np. elektrownie wiatrowe, pod warunkiem że napięcie wyjściowe tych źródeł leży w przedziale 15V...18V.
Największa ilość energii rozpraszana jest przez aktywne obciążenie T2/R13. Oczywiście, należy zapewnić odpowiednie chłodzenie tranzystora MOSFET, a rezystor R13 musi być dostosowany do pracy w wysokich temperaturach. Moc tego rezystora powinna być proporcjonalna do mocy dostarczanej przez baterię słoneczną. W przypadku (ekstremalnym) użycia baterii słonecznej dającej bez obciążenia napięcie wyjściowe 21V i zwarciowym natężeniu prądu 10A, tranzystor T2 i rezystor R3 rozpraszają moc równą iloczynowi różnicy napięć między baterią słoneczną a akumulatorem (około 70W) i natężenia prądu (10A), czyli około 70W! Taka sytuacja może wystąpić, gdy akumulator jest w pełni naładowany. Większość strat ma miejsce w rezystorze R13, ponieważ kanał tranzystora MOSFET stanowi wówczas bardzo niską rezystancję. Wartość rezystancji R13 można w prosty sposób wyznaczyć z zależności:

$$R13 = \frac{P}{I2} = \frac{70}{102} = 0{,}7\Omega$$

Baterie słoneczne dostarczające tak wysokiej mocy są jednak jeszcze stosunkowo rzadko spotykane. W prototypie zastosowano rezystor 0,25Ω/40W, składający się z czterech połączonych równolegle rezystorów 1Ω/10W.
Warunki chłodzenia tranzystora T3 można obliczyć w analogiczny sposób. Zakładając, że maksymalne natężenie prądu wyjściowego jest równe 10A (spadek napięcia dren-źródło wynosi wtedy około 2,5V), maksymalne straty mocy są wówczas równe około 27W. Aby zapewnić odpowiednie chłodzenie tranzystora T3 nawet przy wysokich temperaturach otoczenia (np. 50), rezystancja termiczna radiatora nie powinna przekraczać 3,5K/W.
Elementy T2, T3 i D7 są umieszczone po tej samej stronie płytki drukowanej, co pozwala na zastosowanie wspólnego radiatora, oczywiście z użyciem elementów izolacyjnych. Straty tych trzech elementów należy więc dodać, a rezystancja termiczna radiatora nie powinna przekraczać 1,5K/W. Zaproponowany w wykazie elementów radiator spełnia to wymaganie.

Wykonanie

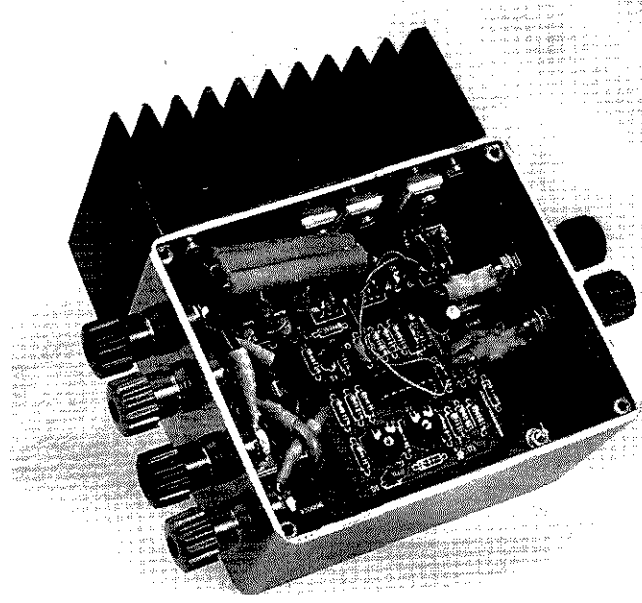
Płytka drukowana układu regulacji ładowania przedstawiona jest na ***rysunku 2***. Płytka dostępna jest w Dziale Łączności z Czytelnikami. Montaż nie powinien sprawić szczególnych trudności. Akumulator, bateria słoneczna i obciążenie podłączane są do płytki za pośrednictwem solidnych, przykręcanych końcówek, takich jakie są używane w elektrycznej instalacji samochodowej. W taki sam sposób połączony jest z płytką rezystor R13.
Niemal w całości zmontowana płytka przedstawiona jest na zdjęciu na ***rysunku 3***. Zdjęcie znajdujące się na pierwszej stronie stanowi źródło inspiracji przy doborze obudowy (wodoszczelnej). W przypadku prototypu zastosowano odlew ciśnieniowy produkcji firmy Hammond. Radiator jest mocowany do jednej ze ścian obudowy przy pomocy śrub. Elementy mocy (T2, T3 i D7) są następnie montowane do dolnej ścianki obudowy. Nie należy tu zapominać o podkładkach i tulejkach izolacyjnych, a także o paście termoprzewodzącej.
Choć w prototypie zastosowano zwykłe gniazda bananowe, można także poprowadzić kable przez przepusty znajdujące się w otworach obudowy i połączyć je bezpośrednio do znajdujących się na płytce końcówek.

Regulacje

Układ jest na szczęście stosunkowo prosty, jeśli chodzi o czynności regulacyjne. Przeprowadzenie ich wymaga dysponowania dwoma stabilizowanymi zasilaczami. Jeden z nich, dostarczający napięcia 14,1V, należy podłączyć do

końcówek akumulatora znajdujących się na płytce (oznaczonych „accu"). Drugi zasilacz powinien być wyposażony w ogranicznik prądu. Ma on służyć jako bateria słoneczna (w przypadku prototypu dawał napięcie 21V bez obciążenia) i należy go podłączyć do końcówek oznaczonych napisem „cells". Jeśli potencjometr P1 zostanie odpowiednio ustawiony, napięcie to spadnie do 14.1V. Nie należy się niczym martwić, układ ogranicznika prądu i dioda D7 zabezpieczają układ!

Aby właściwie ustawić potencjometr P2, trzeba dysponować obciążeniem nieco większym niż przewidywane w normalnej eksploatacji. Jeśli chcemy uzyskać jak najwięcej energii z systemu, należy ustawić prąd obciążenia równy 10A, co można osiągnąć podłączając rezystor 1Ω/120W, zbudowany z dziesięciu połączonych równolegle rezystorów 10Ω/12W. Początkowo suwak potencjometru P2 powinien znajdować się od strony rezystora R14. Następnie do końcówek ozaczonych na płytce napisem „load" należy podłączyć obciążenie. Wyregulować potencjometr P2 tak, by nastąpiło przełączenie tranzystora T2 i odłączenie obciążenia.



Po odłączeniu obciążenia można na moment zewrzeć końcówki „load", by upewnić się, że elektroniczny bezpiecznik działa poprawnie. ■

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 1kΩ
R2: 120kΩ
R3, R20: 15kΩ
R4, R15, R19: 82kΩ
R5: 12kΩ
R6: 2.2kΩ
R7, R14, R18, R21: 100kΩ
R8, R9: 150kΩ
R10: 47kΩ
R11: 270kΩ
R12, R16: 1MΩ
R17: 10kΩ
P1: 5kΩ, potencjomter
P2: 50kΩ, potencjometr

Kondensatory
C1: 100nF
C2: 2,2μF/25V, stojący
C3: 10μF/16V

Półprzewodniki
D1, D2, D4: 1N4148
D3, D6: LED, czerwona
D5: LM336Z-2.5
D7: BYV32-50
T1: BC547
T2, T3: BUZ11
IC1: TL074

Różne
F1: bezpiecznik 10A z podstawką do montażu na płytce
wodoszczelna obudowa (np. Hammond 1590c)
8 końcówek połączeniowych (jak w instalacji samochodowej)
radiator 1,25K/W (np. SK71-75, Fischer)
płytka prototypowa SD-930096, 0,8dm²

PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE
TV-SAT ELECTRONIC Konstanty Sacharczuk
Oferujemy technologię SMD i konwencjonalną w ilościach hurtowych:

PROCESORY DIP, PLCC, QFP:
80C31, 8031, 80C49, 8049, 80C51, 8051, 8052, 80C52,80C535, 80C552, 80C562, 80C851, 80C652, 83C145, 8749, 87C52, 87C528, 87C652, 87C751, 87P50, 68HC11...

PAMIĘCI:
24C02, 24C04, 24C08, 8582, 8594, 93C46, 28C17, 2864, 28F512, 28C010, 62256, 628128, TC514800...

UKŁADY TELEKOMUNIKACYJNE:
FX611, PCD3352, PMB2200, U4058, U4076, U4080, MSM7540 (CODEC)

UKŁADY Z SERII LS, HC, HCT, CMOS (4000):
m.in. 74xx125, 132, 138, 139, 373, 374, 377, 541, 573, 574... 40XX01, 11, 13, 17, 21, 25, 52, 60, 69, 93, 4528, 4538...

UKŁADY LINIOWE:
TDA: 4580, 4650, 4660, 4661, 4680, 5030, 5331, 8730, 9800, SAA:4700, 7157, 7158, 7197, 5243E...
U: 4030, 2129, 2560, 2829, 6043 (TFK)

UKŁADY SYNTEZY I DZIELNIKI:
SAB6456, SAB8726, SDA3202, SP5510, TSA5511, TDA8730...

TRANZYSTORY I DIODY (głównie SMD)

KWARCE, GENERATORY, REZONATORY CERAMICZNE

KONDENSATORY, REZYSTORY (SMD), POTENCJOMETRY

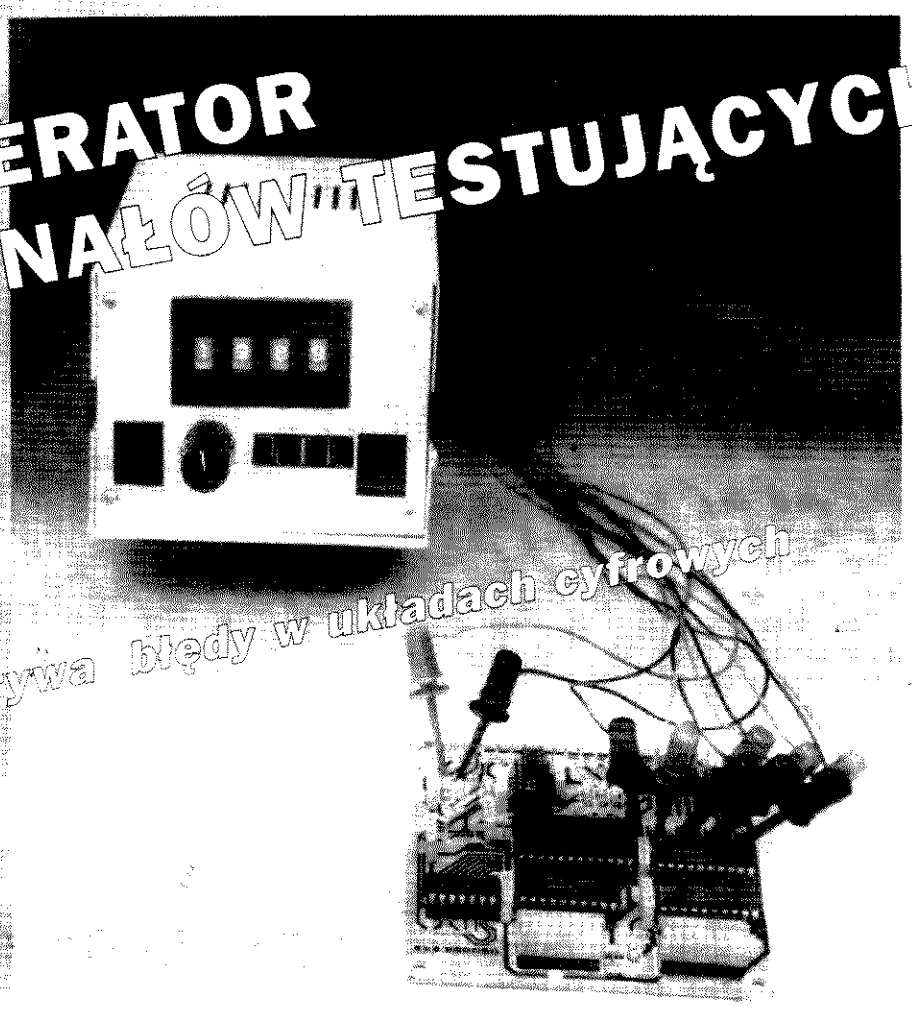
PRZEKAŹNIKI:
1.2V, 5V, 12V, 24V i inne, m.in. V23040/V23061

WYŚWIETLACZE LCD:
1x24, 2x8, 2x24, 4x16, 8x20, graficzne, 3 ½ cyfry i inne.

01-703 Warszawa, ul. Gąbińska 24
DETAL: Wolumen - pawilon 40
HURT: ul. Szegedyńska 13a, tel./fax.(0-22) 34-44-27
(budynek hotelu AGORA, 800 metrów od Wolumenu)

GENERATOR SYGNAŁÓW TESTUJĄCYCH

wykrywa błędy w układach cyfrowych



Generator programowalnych cyfrowych sygnałów testujących dla tych wszystkich, którzy nie mają dostępu do specjalistycznych urządzeń do wyszukiwania błędów w układach cyfrowych.

A. Rigby

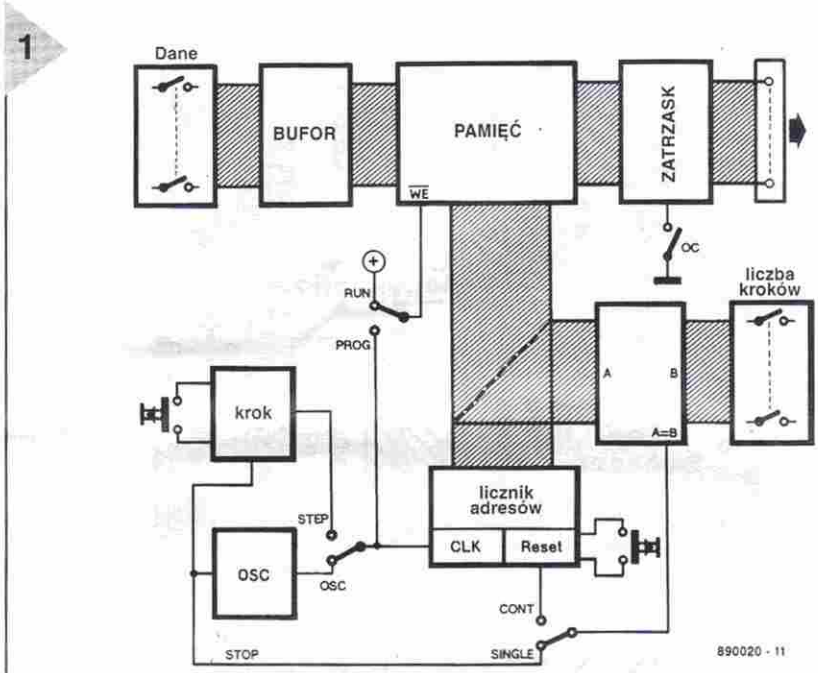
Działanie układów cyfrowych nie jest ani prostsze, ani bardziej skomplikowane, od działania układów analogowych, ale ze względu na skomplikowane wzajemne powiązania sygnałów odszukiwanie błędów przypomina błądzenie w labiryncie. Ponadto, często nie jest możliwe wyizolowanie jakiejś części układu celem poddania jej indywidualnym testom. Pominięcie jednego sygnału sterującego, którego znaczenie jest początkowo zupełnie nie znane, może spowodować całkowite zablokowanie układu i uniemożliwić wyśledzenie przyczyny niewłaściwego jego funkcjonowania.

W synchronicznych układach cyfrowych zmiany stanów są wywoływane tylko w takt sygnału zegarowego. Dzięki temu ich działanie daje się śledzić stosunkowo łatwo, zwłaszcza gdy sygnał lub sygnały zegarowe można generować z zewnątrz. Natomiast w cyfrowym układzie asynchronicznym zmiana poziomu w jednym punkcie może zostać przejęta przez resztę układu. Fałszywy impuls w jakimś punkcie systemu łatwo więc przerywa normalne działanie całego urządzenia cyfrowego.

Opisany generator sygnałów testujących pozwala wprowadzić do wejścia badanego urządzenia zaprogramowane dane w zadanej kolejności. Do sprawdzania czy układ poprawnie reaguje na doprowadzony sygnał używa się oscyloskopu.

Sygnały testujące

Generator może dostarczyć do 255 8-bitowych słów, albo ich sekwencję. Liczbę słów ustala użytkownik. Zaprogramowanie krótkiej sekwencji nie zabiera więc niemal czasu, a programuje się ją tylko raz. Sekwencja na przykład pięciu słów odpowiada po prostu załadowaniu pięciu bajtów do pamięci generatora. Pozostałe 250 miejsc w pamięci nie jest używane i ich ładowanie nie jest potrzebne.



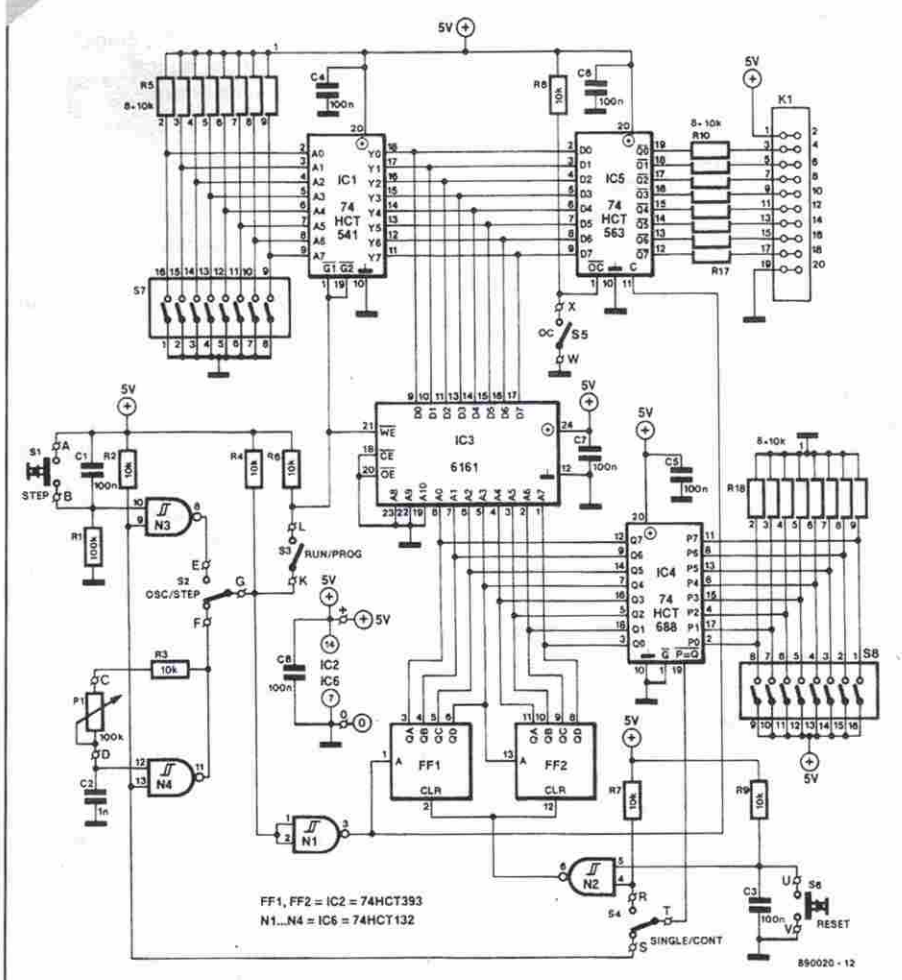
Rys. 1. Schemat blokowy cyfrowego generatora sygnałów testujących.

Jak widać na schemacie blokowym na ***rysunku 1***, centrum układu stanowi pamięć RAM. Dwa bloki przełączników dwurzędowych (DIL) służą do programowania słów testujących i długości ich sekwencji. Miejsce w pamięci jest adresowane przez licznik zliczający od 0 do 255. Wygenerowany adres (A) jest porównywany z zadaną długością sekwencji (B). Gdy (A) i (B) są równe, aktywizuje się wyjście komparatora A = B. Zależnie od pozycji przełącznika wyboru rodzaju sygnału, sygnał testujący albo zostaje zatrzymany, albo powtórzony. Gdy przełącznik jest w pozycji CONTINOUS (CIĄGŁY), sygnał wyjściowy komparatora kasuje licznik adresów, który zaczyna liczenie od 0. Gdy przełącznik jest w pozycji SINGLE (POJEDYNCZY), oscylator zostaje zablokowany, a ostatni stan licznika „zamrożony". W układzie są jeszcze trzy przełączniki. Jeden z nich, służy do wyboru trybu działania układu. W trybie STEP (JEDNORAZOWYM) sygnał zegarowy dla układu jest generowany przyciskiem, a w trybie OSC (OSCYLACYJNYM) przez generator zegarowy. Przełącznik OC, umożliwia wprowadzenie trójstanowych wyjść bufora w stan wysokiej impedancji. Za pomocą ostatniego przełącznika RUN/PROG (PRACA/PROGRAMOWANIE) można połączyć wejście $\overline{WE}$ pamięci (write enable, umożliwienie wpisu) z sygnałem zegarowym (PROG) albo z napięciem zasilającym (RUN). W położeniu RUN pamięć zostaje wprowadzona w stan „tylko do odczytu".

Opis układu

Schemat na ***rysunku 2*** przedstawia układ realizujący omówione powyżej funkcje. Cały generator sygnałów testujących składa się z sześciu tylko układów scalonych.

Z 2048 adresów w RAM IC3 wykorzystuje się tylko 256, więc wyprowadzenia A8, A9 i A10 zostały połączone z masą. W prototypie użyto układu typu 6116,



Rys. 2. Schemat ideowy generatora.

2k x 8 CMOS SRAM, był bowiem tańszy i łatwiejszy do nabycia od 256-bajtowego. Do sterowania 8 linii adresowych RAM służy IC2, licznik 74HCT393. Jest to 8-bitowy przerzutnik, który zlicza nieprzerwanie od zera do liczby wyznaczonej blokiem przełączników S8. IC4 porównuje bieżący stan licznika na wejściach Qn ze słowem wyznaczonym na wejściach Pn. Gdy słowa te okażą się jednakowe, wyjście P = Q komparatora przerzuca się w stan niski. W zależności od pozycji S4 albo wywołuje to blokadę wyjść bramek N3 i N4, albo skasowanie licznika. Po skasowaniu licznik ponownie startuje od stanu zerowego.

Magistrala danych pamięci łączy się z buforami o trójstanowych wyjściach, wejściowym, IC1 i wyjściowym, IC5. W czasie odczytu pamięci wejście $\overline{WE}$ RAM jest w stanie wysokim, a IC1 jest przełączony w tryb wysokiej impedancji. Bufor wyjściowy jest przezroczysty i zatrzaśnięcie w nim danych z magistrali następuje wraz z ujemnym zboczem sygnału zegarowego. Przepuszcza on dane ze swoich wejść D, gdy wejście C jest w stanie wysokim. Gdy wejście C znajdzie się w stanie niskim, ujemne zbocze sygnału zegarowego zatrzaskuje dane z wejść D w wewnętrznych rejestrach bufora. Pozostaną one tam i na wyjściach bufora do momentu, gdy wejście C ponownie przejdzie w stan wysoki. Za pomocą wejścia $\overline{OC}$ sterowniki wyjściowe bufora mogą zostać wprowadzone w stan wysokiej impedancji, praktycznie powodując odłączenie generatora sygnałów testujących od badanego układu, bez konieczności odłączania złącza czy przewodów.

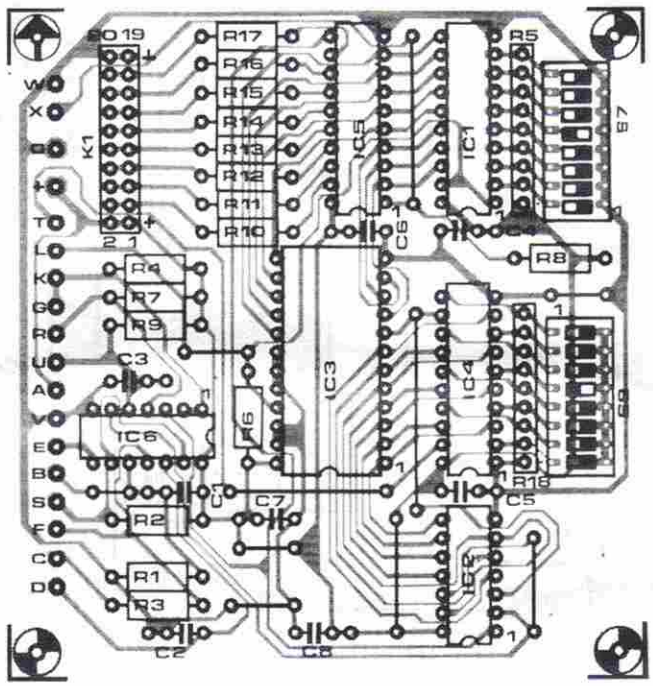
Ręcznie, czy automatycznie?

Jak już wspomniano, układ może być sterowany albo generatorem zegarowym, albo przyciskiem SINGLE STEP, S1. Obwód R1-C1 służy do tłumienia zakłóceń impulsowych, wywoływanych odbijaniem się styków przycisku S1. Sygnał z przycisku jest następnie kształtowany przez bramkę N3.

Bramka N4, kondensator C2 i rezystory R3 i P1 tworzą regulowany generator zegarowy. Jedne z wejść N3 i N4 są połączone z przełącznikiem S4, za pośrednictwem którego można je blokować. Gdy S4 jest w pozycji CONTINOUS, rezystor R2 utrzymuje wejścia tych bramek w stanie wysokim, odblokowując sygnał zegarowy. Zakres regulacji potencjometrem P1 jest bardzo szeroki, 1:100, co umożliwia użytkownikowi dobór optymalnej częstotliwości testowania dla wielu rodzajów układów cyfrowych.

Za pomocą przycisku S6 z obwodem odkłócającym R9-C3 można kasować licznik. Jeżeli S3 jest rozwarty, wejścia zezwalające IC1 i wejście $\overline{WE}$ IC3 są w stanie wysokim. Bufor wejściowy IC1 jest w stanie wysokiej impedancji, a IC3 tylko do odczytu. Generator jest więc w trybie pracy (RUN). Gdy S3 jest zwarty, wejście $\overline{WE}$ jest w stanie niskim, a bufor wejściowy odblokowany, w czasie aktywnej części sygnału zegarowego. Generator jest więc w trybie programowania, a wraz z dodatnim zboczem sygnału zegarowego ustawione przez S7 słowo danych zostaje wpisane do pamięci. Sygnał zegarowy z suwaka S2 przez inwerter N1 zostaje doprowadzony do wejścia zegarowego przerzutnika FF1. Wyjście QD tego przerzutnika taktuje z kolei drugi przerzutnik FF2. Układy te (w każdym z nich jest po cztery przerzutniki) połączone w kaskadę tworzą 8-bitowy licznik.

3



Rys. 3. Rozmieszczenie ścieżek elementów na płytce drukowanej generatora.

Propozycje

Częstotliwość zegarowa została wybrana dosyć dowolnie, ale nadaje się do większości zastosowań. W razie potrzeby można ją zmienić modyfikując pojemność C2. Zwiększenie pojemności obniży częstotliwość, a zmniejszenie ją zwiększy. Można także zwiększyć zakres częstotliwości za pomocą kilku kondensatorów i przełącznika.

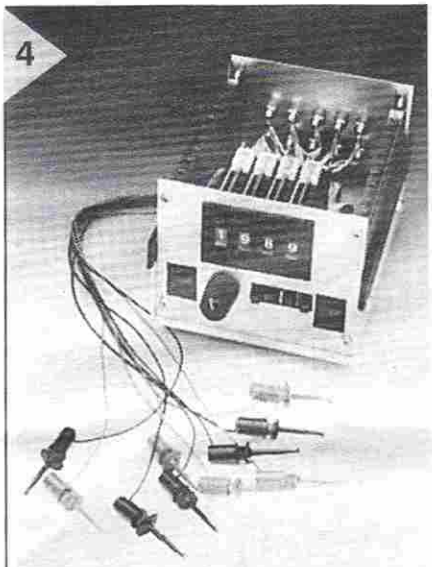
Jeżeli dwupozycyjny przełącznik S2 zastąpić trójpozycyjnym, trzecia pozycja służyłaby dla zewnętrznego sygnału zegarowego, na przykład wziętego z badanego układu.

Montaż

Dzięki zwartej dwustronnej płytce drukowanej montaż generatora jest kwestią rutyny. Rozmieszczenie ścieżek i elementów na płytce jest przedstawione na *rysunku 3*.

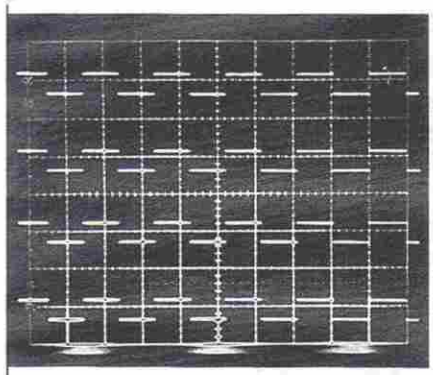
Montaż należy zacząć od wlutowania 10 zworek z drutu. Następnie należy wmontować 18 końcówek lutowniczych i złącze K2. Układy HCTP są niedrogie, więc podstawki nie są niezbędne. W płytce przewidziano wprawdzie miejsca na dwa bloki 8-obwodowych przełączników DIL, jednak lepiej wmontować je w obudowę. Ergonomiczną i łatwą w montażu ich alternatywą niewąt-

4



Rys. 4. Prototyp generatora sygnałów testujących w zwartej obudowie z przełącznikami konfiguracji i liczby słów w płycie czołowej.

5



Rys. 5. Układ bitów wyświetlony na analizatorze logicznym.

pliwie będą szesnastkowe przełączniki tarczowe do płyty czołowej.
Zasilacz nie został przewidziany na płytce drukowanej, ponieważ stabilizowane źródło napięcia zasilającego 5V jest niemal zawsze dostępne w badanym urządzeniu. Cyfrowy generator sygnałów testujących pobiera około 30mA.

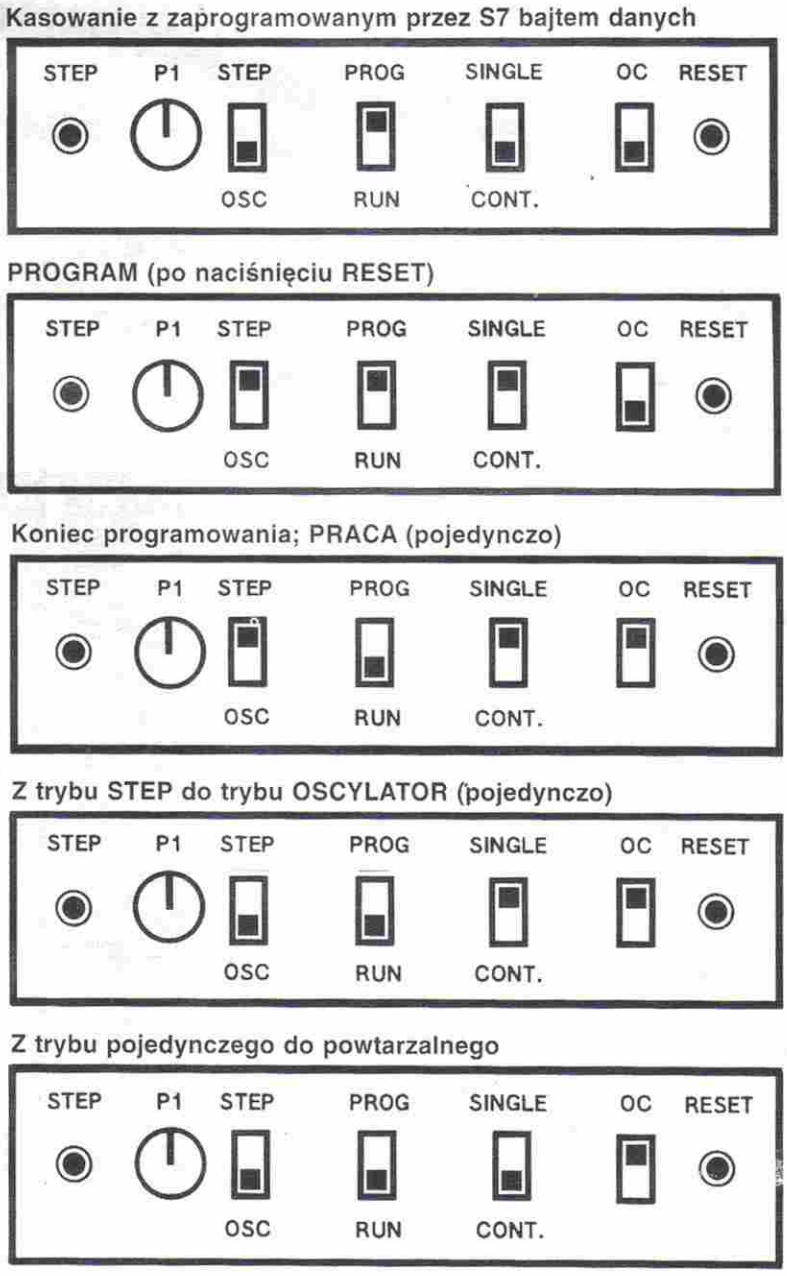
Programowanie

Zanim układ będzie mógł zostać użyty do testowania układów cyfrowych, do jego pamięci trzeba załadować potrzebne układy bitów (słowa testujące). Programowanie na szczęście jest proste:

- ustaw na S8 szesnastkową liczbę słów testujących (00H - FFH),
- przełącz S3 na PROGRAM, S2 na STEP, a S4 na SINGLE i ustaw wymagany układ bitów na S7,
- naciśnij STEP w celu wpisania układu bitów do pamięci,
- ustaw następny układ bitów.

Gdy S4 jest w pozycji SINGLE, po osiągnięciu liczby wyznaczonej przez S8 układ nie przyjmie następnych danych. Po załadowaniu wszystkich układów bitów, S3 przełącza się w pozycję RUN, aby kolejno doprowadzić dane do badanego układu. Odbywa się to ręcznie lub automatycznie, zależnie od pozycji przełącznika S2.

6

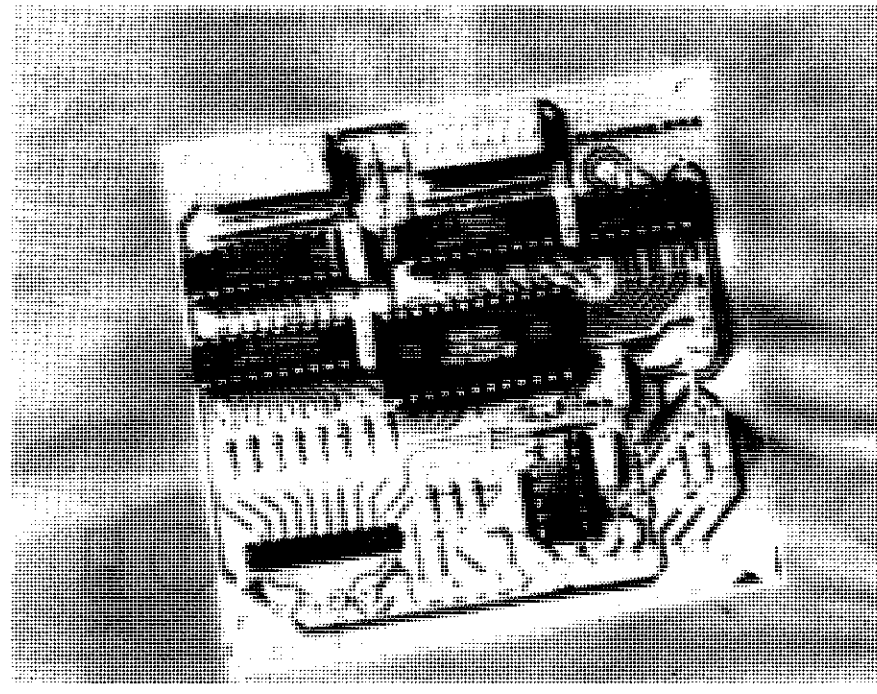


Rys. 6. Przykład operacji programowania i ładowania za pomocą przełączników w płycie czołowej.

Generator sygnałów testujących

Taktowanie i pomiary poziomów rozpoczyna się po połączeniu cyfrowych wyjść testera z odpowiednimi punktami testowanego układu. Tester nie dostarcza impulsu strobującego, da się go jednak bardzo łatwo wprowadzić, odpowiednio programując na przykład 8 bit. Słowo testowe będzie wtedy 7-bitowe, a maksymalna długość sekwencji danych wyniesie 128 próbek, ponieważ bit strobowania pomiędzy kolejnymi próbkami musi być przełączany.

Nie można na koniec nie wspomnieć o interesującym zastosowaniu generatora. W łatwy sposób daje się go użyć do sterowania przetwornika cyfrowo-analogowego (PAC). Wynikiem takiej kombinacji jest prosty generator fali o programowalnym kształcie. ■



WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory (±5%)

R1: 100kΩ

R2...R4, R6...R17: 10kΩ

R5, R18: jednorzędowy (SIL)

zespół rezystorów 8 x 10kΩ

P1: 100kΩ, potencjometr liniowy

Kondensatory

C1, C3...C8: 100nF

C2: 1nF

Półprzewodniki

IC1: 74HCT541

IC2: 74HCT393

IC3: 6116 lub 8416

IC4: 74HCT688

IC5: 74HCT563

IC6: 74HCT132

Różne

S1, S6: jednoobwodowy przycisk zwierny

S2, S4: miniaturowy przełącznik dwupozycyjny

S3, S5: miniaturowy wyłącznik jednoobwodowy

S7, S8: 8-obwodowy przełącznik dwurzędowy (DIP), albo przełącznik tarczowy

K1: złącze 20-szpilkowe

płytka prototypowa SD-890020, 0.8dm²



OCHRONA GŁOŚNIKA WYSOKOTONOWEGO



Głośniki wysokotonowe w zespołach głośnikowych często są uszkadzane przez wzmacniacze o dopasowanej rezystancji i mocy wyjściowej. Uszkodzenia te zdarzają się z powodu bezpośredniego dołączenia głośników do wzmacniaczy, tzn. bez transformatorów głośnikowych. Takie wzmacniacze mają paskudny zwyczaj wytwarzania sygnałów prostokątnych, gdy są (nawet tylko trochę) przesterowane. Harmoniczne składowe tych sygnałów leżą głównie w pasmie przenoszenia głośników wysokotonowych.

K. Baumotte

Tak znaczne przesunięcie widma sygnałów akustycznych nie było brane pod uwagę podczas konstruowania głośników. Standardowe procedury testowania głośników według norm DIN stanowią, że głośnik wysokotonowy musi przejąć tylko 1% całkowitej mocy dostarczonej przez wzmacniacz. Innymi słowami, jeżeli wzmacniacz dostarcza do zespołu głośnikowego moc 100 W, na głośnik wysokotonowy powinna przypaść moc tylko 1W.

Nawet gdy dopuszczalna moc głośnika wysokotonowego jest znacznie większa, niż wymagana przez procedurę badań, to w przypadku głośnych dźwięków i przesterowania wzmacniacza (oraz powstania w związku z tym sygnału prostokątnego) głośnik może otrzymać moc przekraczającą jego możliwości. Może to się zdarzyć jeszcze przed usłyszeniem jakichkolwiek zniekształceń. Regulatory i korektory barwy dźwięku mogą jeszcze przyspieszyć uszkodzenie głośnika: wzmocnienie sygnału 4 kHz o 6 dB podwaja moc dostarczoną do głośnika, tzn. dwukrotnie zwiększa jego podatność na uszkodzenia.

Układ ochronny

Względnie prosty układ przedstawiony na ***rysunku 1*** wystarcza do ochrony głośnika wysokotonowego przed uszkodzeniem, szczególnie głośnika często obciążanego dużą mocą. Nieprzypadkowo większość dostawców sprzętu dyskotekowego i nagłośnieniowego wyposaża swoje produkty w podobne systemy zabezpieczające.

Układ z rysunku 1 ma przydatny efekt uboczny: żarówka, służąca jako rezystor o dodatnim współczynniku temperaturowym, zapewnia dobrze widzialne ostrzeżenie o nadmiernie wysokim poziomie dźwięku. Żarówka zaczyna świecić po osiągnięciu konkretnej mocy. Jeżeli spadek napięcia na żarówce zwiększy się do około 5,5 V, znacznie zmniejszy ona sygnał dostarczony do głośnika. Jednocześnie tranzystor zaczyna przewodzić i zwiera sygnał. W przypadku częstego powtarzania się takiej sytuacji tranzystor będzie rozpraszał tyle ciepła, że należy go wyposażyć w mały radiator.

Zniekształcenia

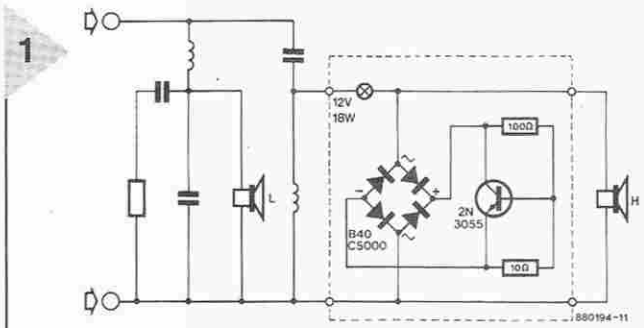
Przeciążenie głośnika wysokotonowego powoduje spore zniekształcenia: przy napięciu równym 12V na wejściu układu poziom zniekształceń może wynieść około 10%. Tę sytuację można znacznie polepszyć, stosując układ przedstawiony na ***rysunku 2***. Przy takim samym napięciu poziom zniekształceń osiągnie zaledwie około 0,2%.

Stała czasowa R3-C1 umożliwia pojedynczym silnym impulsom niezakłócone przejście przez układ. Dopiero po dłuższym czasie trwania przeciążenia tranzystory w układzie Darlingtona zaczynają przewodzić i zwierają sygnał. Stała czasowa może być regulowana przez zmianę C1 aż do 470µF. Niewielkie zmiany wartości R2 i R3 umożliwiają dopasowanie czasu przełączania tranzystora T2 do indywidualnych potrzeb.

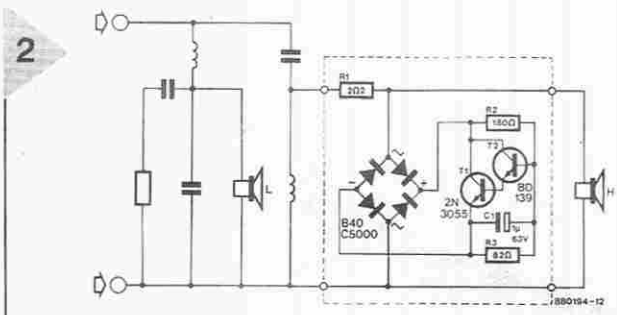
Podsumowanie

Przedstawione w artykule układy są niezwykle pożyteczne, ale nie są przewidziane do dobrego sprzętu hi-fi: zostały zaprojektowane przede wszystkim do zastosowania w zestawach dyskotekowych i nagłośnieniowych. ■

Ochrona głośnika wysokotonowego



Rys. 1. Schemat ideowy proponowanego układu zabezpieczenia głośnika wysokotonowego. Układ nadaje się dla wszystkich głośników z częstotliwością podziału 5kHz.



Rys. 2. Ulepszona wersja schematu z rysunku 1. Jego czas załączania i stałą czasową można regulować według indywidualnych potrzeb. Dodatkowo układ zmniejsza zniekształcenia do akceptowalnego poziomu.

Znakomita firma wysyłkowa C-I Electronics od wielu już lat niezawodnie obsługuje Czytelników Elektora w wielu krajach dostarczając im podzespoły i części do projektów publikowanych w EE. Skojarzenie angielskich tytułów publikacji z ich polskimi odpowiednikami sprawia wielu naszym odbiorcom niemało kłopotu. Przedstawiamy zatem zestawienie tytułów angielskich oryginałów i ich polskich tłumaczeń. Sądzimy, że będzie to stanowić istotną pomoc dla naszych Czytelników. Firma I-C oferuje także elementy i podzespoły do innych, nie wymienionych tu projektów Elektora, również z wcześniejszych jego wydań. Ceny są podane w guldenach holenderskich.

Tytuł ang.	Wyd. ang.	Tytuł polski	Wyd. polskie
U2402B Battery Charger	EE4/96	Urządzenie do ładowania akumulatorów na U2402B	EE7/96
Surround Sound SubWoofer	EE3/96	Superbasy w dźwięku Surround	EE6/96
Satellite Finder	EE3/96	Detektor położenia satelity	EE6/96
PIC-controlled RDS decoder	EE3/96	Dekoder RDS	EE5/96
I²C Interface for Centronics Port	EE2/96	Interfejs I²C – Centronics	EE4/96
SIMM Tester	EE2/96	Tester modułów SIMM	EE3/96
SMT FM Radio	EE2/96	Odbiornik FM w technice SMD	EE6/96
Copybit Inverter	EE1/96	Copybit-inwerter	EE2/96
SECAM-PAL Converter	EE1/96	Przetwornik SECAM-PAL	EE2/96
Smart Transistor Tester	EE12/95	Inteligentny tester tranzystorów	EE1/96
Oscilloscope prescaler	EE11/95	Preskaler podstawy czasu do oscyloskopu	EE12/95
Micro PLC System	EE12/95	Micro-PLC	EE1/96
MatchBox BASIC Computer	EE10/95	Komputer „MatchBox"	EE12/95
PIP Processor	EE10/95	Sterownik PIP	EE11/95
Hi-Fi Headphones Amplifier	EE9/95	Wzmacniacz słuchawkowy	EE10/95
Dongle Safe	EE9/95	Zabezpieczenie klucza hardware'owego	EE10/95
HEXFET Power Amp Upgrade	EE9/95	Nowy wariant wzmacniacza z tranzystorami HexFET	EE10/95
Fast NiCd Battery Charger	EE7-8/95	Szybka ładowarka akumulatorów NiCd	EE4/96
Simple RF Signal Generator	EE7-8/95	Prosty generator w.cz.	EE1/96
Active Mini SubWoofer	EE7-8/95	Aktywny mini-subwoofer	EE11/95
Function Generator	EE6/95	Generator funkcji	EE8/95

THE No.1 COMPONENT SOURCE FOR *ELEKTOR ELECTRONICS* PROJECTS

That's right, you found us

- The only international mail order company totally dedicated to Elektor Electronics projects.
- Prices in Netherlands Guilders (NLG), excl. BTW.
- Contents of Parts Sets equal to published parts lists, that's including PCB and software item(s).
- Mini catalogue against one IRC.
- All components are new, from major manufacturers, and fit on Elektor Electronics printed circuit boards.
- No surcharge on credit card orders.
- The one-stop source for all Elektor projects.
- Trade/volume discounts on request.

Internet: http://www.tip.nl/users/ci.electronics (under construction)
e-mail: ci.electronics@tip.nl

C-I's TOP 10

1. PIP!
2. Smart Transistor Tester
3. Surround Sound kit
4. DSP kit
5. MAX038
6. UV616S
7. HS20
8. MatchBox
9. 80C535
10. SAA3049

April 1996

U2402B Battery Charger
Parts Set, incl. PCB, ESM case and transformer 139.00
P&P 20.00 (Eu)
U2402B-C 23.50
BUZ10SGS 5.50

March 1996

Surround Sound SubWoofer
SPH-300TC sub-sub woofer 199.00
wgt. 5kgs P&P 40 (Eu)

Satellite Finder
MAR-8 18.75
Feedthrough C 1nF 0.75
Ferrite bead 3mm 0.75

PIC-controlled RDS decoder
Parts Set, incl. PCB + PIC 159.00
TDA7330 18.00
LCD LM16A211 59.00
4.332MHz crystal 15.00

February 1996

C Interface for Centronics Port
arts Set, incl software on disk 119.00
P&P 15.00 (Eu)

SIMM Tester
Parts Set, incl. LCD 190.00
P&P 15.00 (Eu)
LCD LM16A21 59.00

SMT FM Radio
Set of SMD R's and C's 19.00
TDA7088T 8.00
TDA7040T 6.00
Transparent case type 222 10.00

January 1996

Copybit Inverter
Parts Set 217.00

SECAM-PAL Converter
Parts Set 299.00
P&P 15.00 (Eu)
ICs, delay lines, and other parts also available separately, see catalogue.

December 1995

Smart Transistor Tester
Parts Set, incl. PIC, PCB & LCD 199.00
P&P 10.00 (Eu)

Micro PLC System
Parts Set, incl. case, 87C751 and system software on disk 209.00
P&P 15.00 (Eu)

November 1995

Oscilloscope Prescaler
Parts Set, complete, but excl. mains transformer 329.00
P&P 25.00 (Eu)
ZN427 39.00
ZN428 27.00
4.194304MHz xtal 4.10
BAT82 0.85
BF450 0.95

October 1995

MatchBox BASIC Computer
Parts Set, incl. PCB, 87C51, disk, full IDC and RS232 connector set and *Quick Reference Card* 219.00
P&P 12.50
MAX232N 5.75
ST24C02B1 sEEPROM 4.50
ST24C08B1 sEEPROM 5.50
11.0592 MHz xtal 4.10
PLC44 socket 4.00

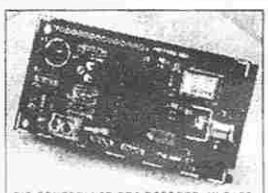
PIP Processor
Parts Set, incl. 87C51, PCB, case, excl. mains transformer 575.00
P&P 35.00 (Eu), P&P 60.00 (non-Eu)
Price without PCB and 8751: 398.00
Individual parts: Prices on request

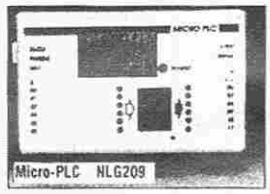
September 1995

Hi-Fi Headphones Amplifier
TDA1308T (SMD) (week 21!) 14.50
Cinch socket PCB mount 2.35
Headphones skt. PCB type 4.75
7806 1.45
Bopla E406 case 15.00

Dongle Safe
Parts Set, incl. PCB and GALs. 139.00
P&P 12.50

HEXFET Power Amp upgrade
All parts available, see catalogue.
GT20D201 exclusive! 47.50
GT20D101 exclusive! 47.50
V23056-A0105-A101 relay 12.50
Ceramic washer AOS220 1.95


PIC-CONTROLLED RDS DECODER NLG159

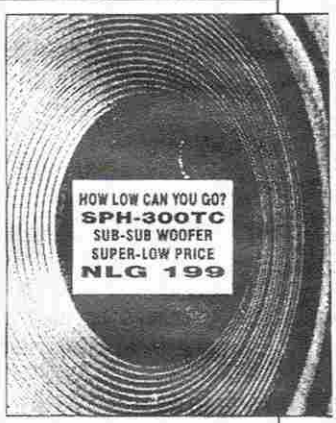


35A bridge rectifier 12.50
SK85/75mm heatsink 39.50
P&P extra

July/August 1995

Fast NiCd Battery Charger
BYW29-100 2.85
BUZ10A 5.50
CA3160 4.00
LM317TX 3.25
CA3140 2.75

Simple RF Signal Generator
500pF tuning capacitor 19.50
MC1648P 16.50
LT1252 12.75



PCB mount rotary switch 3.35

Active Mini Subwoofer
BDT87/88 obsolete
V23057-A5-A101 relay 12.50
SPP110/8 mini woofer 47.50
P&P 15.00 (Eu)
SK71/75SA heatsink 39.00
P&P 12.50 (Eu)
Ceramic washer AOS220 1.95

June 1995

Function Generator
Parts Set, incl. PCB, case, transformer and front panel foil 495.00
P&P 35 (Eu), 60 (non-Eu)

We have much more than can be listed here — CATALOGUE AGAINST ONE IRC

C-I Electronics P.O. Box 22089 NL-6360-AB Nuth The Netherlands Tel./Fax*: (+31) 45 5241877, email: ci.electronics@tip.nl
* 24h answerphone/fax. When faxing please include your full mail address.
Enclose one IRC with all correspondence. Prices are in Netherlands guilders (NLG), subject to change without prior notice, exclusive of 17.5% BTW and P&P. *E. & O.E.*
Private customers in EU countries add BTW (sales tax) at 17.5%, then P&P.
P&P components: NLG 15.00 (outside Europe); NLG 5.00 (Europe). **P&P Parts Sets:** as stated in advert or catalogue. Extensive ordering info supplied with catalogue.
VISA - MASTER - ACCESS - EUROCARD orders welcome

UWAGA!

Rubryka „Kramik Elektora" rozwija się, dlatego postanowiliśmy nie ograniczać grona jej klientów wyłącznie do osób prywatnych.
W związku z tym uworzyliśmy nową rubrykę „Rynek i Giełda", która zawiera w sobie zarówno darmowe ogłoszenia prywatne, czyli dotychczasową rubrykę „Giełda" oraz płatne - choć bardzo tanie - ogłoszenia firmowe.

WARUNKI ZAMIESZCZANIA OGŁOSZEŃ W RUBRYCE "RYNEK I GIEŁDA"

1. Bezpłatne ogłoszenia dla osób prywatnych przyjmowane są tylko na oryginalnych blankietach wyciętych z ostatniego numeru „Elektora Elektronika". Treść ogłoszenia może dotyczyć sprzedaży, kupna, wymiany lub innych propozycji. Blankiet zawiera kratki, które należy wypełniać dużymi literami z zachowaniem odstępów między wyrazami w postaci jednej pustej kratki. Wypełniony blankiet należy przesłać na adres: „Elektor Elektronik", 00-967 Warszawa 86, skr. poczt. 134.
2. Ogłoszenia i reklamy sklepów, hurtowni, importerów, producentów, dealerów itp. są płatne. Cena zależy od wysokości w szpalcie: 10 zł (plus 22% VAT) od każdego rozpoczętego centymetra. Ogłoszenie/reklama może mieć tylko szerokość szpalty (56 mm). Reklamy o innych rozmiarach są umieszczane poza rubryką „Rynek i Giełda" i są płatne zgodnie z cennikiem reklam (wysyłanym na życzenie).

Reklamy do tej rubryki mogą być przygotowane przez Zamawiającego w postaci wydruku z drukarki laserowej lub pliku w formacie CorelDraw (tekst zmieniony na krzywe) z próbnym wydrukiem albo pliku w dowolnym edytorze tekstu (także z wydrukiem), jeśli krój czcionek nie jest zbyt istotny. Mogą być też przygotowane w redakcji (gratis) na podstawie odręcznego szkicu lub maszynopisu. Opracowania te nie będą jednak wówczas uzgadniane z Zamawiającym przed oddaniem do druku.

Atrakcyjne układy immobilizerów. Pamięć do 240 kluczy - pastylek, interfejs do komputera, szerokie możliwości zastosowań. Bardzo atrakcyjna cena. Info.- kop. + zn. Mariusz Serafin, 36-200 Brzozów, ul. Szopena 8.

Głośniki dynamiczne przewinę, wycentruję, wszystkie typy; średnie i dużej mocy + samochodowe. Info. k + zn. lub tel. 0931 66-241 w 893. Zygmunt Janowicz, 72-330 Mrzeżyno, ul. Zielona 6/2.

Keyboard Casio CT656 lub podobny, używany, uszkodzony, przyjmę nieodpłatnie lub niedrogo, odkupię również wszelkie bajery gitarowe, efectboxy, schematy za podziękę. Jerzy Soból, 37-455 Radomyśl n.s., ul. Mickiewicza 30.

Kwarcowe nadajniki UKF 10W z modulatorem + mikrofon pojemnościowy, zasięg ponad 10 kilometrów - kodery stereo oraz full cyfrowe przedwzmacniacze (modulatory). Andrzej Nyga, 06-500 Mława, ul. Sienkiewicza 1/13/65.

Kupię instrukcję obsługi Dotrxalcom - ICW2A, może być nietłumaczona (KSERO), ukł. scal. TA4182P, diody BB109, ukł. scal. K145IK1901. Sprzedam miern. częstotl. - 100Hz/opcja preskaler 1/10/ zakres 1GHz. Robert Szarek, 38-400 Krosno, ul. Krasickiego 5/16, tel. (0131) 644-46.

Kupię instrukcję i schemat oscyloskopu HM705-HAMEG. Poszukuję schematu wzmacniacza na lampach EL86. Zamienię lampy EL86 (nowe) na EL84, ECL86, PCL86, ECC83. Jacek Niedużak, 78-100 Kołobrzeg, ul. Unii Lubelskiej 39/11.

Kupię niedrogi (może być "bardzo" używany, ale w 100% sprawny) handie 144MHz (Yaesu, Icom, Alinco). Sprzedam TRX ZEW z zasilaczem, przestrojony na 144MHz. Piotr Ochwał, 41-901 Bytom, skrytka 41.

Programator EPROM 27-16-27512, EEPROM, SRAM test-RS32, 57600 Baud Symulator, EPROM 2716, 27512, RS232, 57600 Baud, tel. (033)184-002 po 17.00. Info. koperta zwrotna + znaczek. Aleksander Jędrzejewski, 43-303 Bielsko-Biała, skr. poczt. 41.

Selsyny sprzedam, nowe, średnica 45mm, długość 61mm, pracują poprawnie w przedziale 12...110V AC, cena 12 zł. Leszek Szewczyk, 38-460 Jedlicze, ul. Trzecieskiego 1/1.

Sprzedam Commodore C-64II, zasilacz, magnetofon, joystick, cartridge, instrukcje, literatura, kasety z programami, cena 85 zł (850.000 zł) lub zamienię na podzespoły, lub urządzenia elektroniczne, krótkofalarskie. Franciszek Maziarz, 40-319 Katowice 15, ul. Pogodna 8/14.

Sprzedam folię TES20 do samodzielnego wykonywania płytek drukowanych z wykorzystaniem dowolnej kserokopiarki lub drukarki laserowej. 10 szt. folii A4 + instr. 22 zł. Marcin Apanowicz, 47-340 Twardawa, ul. Spółdzielcza 53, tel. 371-935, kier. 077.

Sprzedam: lampy GU50 - 20zł/szt. ZS 2/82, 3/84, 4/87, 3/90, NE6/93, EH8/83, PE 5/8/83, AV 3/84, 2, 3/85, 3/87, 1,4-6/88, KP5/92, EE12/94, EP11/93 - 2 zł/szt. Kupię miernik MD51. Artur Perek, 58-260 Bielawa, ul. Nowobielawska 53/5.

Sprzedam PC 486DX4/100MHz 256 Cache, 8MB RAM, FDD 1.44MB, SVGA 1MB, 2xHDD (214MB i 170MB), obudowa minitower, klawiatura, mysz (1600 zł), tłumacza elektronicznego (6J) - 80 zł. Ryszard Stępniowski, 82-300 Elbląg, ul. Beniowskiego 54/3, tel. (055) 34-68-21.

Sprzedam układy firmy Harris HV-2405 do zasilaczy beztransformatorowych. Cena 18 zł + koszty wysyłki. Dariusz Ziarko, 38-533 Nowosielce, woj. Krosno.

Sprzedam wykrywacze metali - do skarbów, złota i stali. Kilka typów - różne zasięgi. Impulsowe i mostkowe. Zadzwoń lub napisz - może i Ty znajdziesz swój skarb - spróbuj. Marcin Schmidt, 58-160 Świebodzice, al. Lipowe 25, tel. (074) 54-31-13.

Sprzedam wykrywacze metali, tel. 081-567-515 wieczorem. Mułak, 20-560 Lublin, ul. Wyżynna 8/111.

Sprzedam wzmacniacz lampowy Supreme 60 (mono) do gitary, posiada 4 wejścia, przełącznik 8/16Ω. Cena do uzgodnienia. Sylwester Taras, 43-100 Tychy, ul. Przemysłowa 13/22.

Sprzedaż pięciokanałowych analizatorów logicznych. 60000 próbek, wymagany IBM PC 286/VGA. Cena - interfejs do portu Centronix + progam - 40 pln. Nikodem Binienda, 91-360 Łódź, tel. 34-13-21, ul. Motylowa 7/49.

Wykrywacze metali, dokumentacje, płytki sprzedam - kupię - wymienię. Interesuje mnie wszystko związane z budową wykrywaczy metali. Sylwester Królak, 75-337 Koszalin, ul. K. Wyki 19/6, tel. (094) 412-813.

Wymienię częstościomierz 1,3GHz (opisany w PE nr 9, 10, 11, 12/93 na oscyloskop (pasmo minimum 10MHz) lub sprzedam. Robert Dekarz, 19-100 Mońki, ul. Spółdzielcza 6.

Wykonuję odbitki ksero artykułów z EE, EP, EdW, RE, PE, HE. Henryk Tyburcy, 01-490 Warszawa, ul. Blatona 6/20.

VBS do każdej Amigi sprzedam, tylko 20 zł. Kasety nagrane odstąpię lub wymienię. Info. kop. + znaczek, nie przegap takiej okazji. Janusz Matuszczyk, 41-605 Świętochłowice, ul. Dylonga 10/4.

Zamienię minidysk Sony ZS-M1 (radio cyfrowe, minidysk z nagrywaniem + 10 dyskietek) oraz tuner DSR na wzmacniacz i kolumny głośnikowe. Jan Kosek, 58-506 Jelenia Góra, ul. J. Kiepury 20/19.

Zlecę napisanie kilku programów na mikroprocesory 8-bitowe. Wymagane doświadczenie, również zamiejscowi. Bogdan Karnas, 00-201 Warszawa, ul. Gen. Wł. Andersa 20a/34.

Zlecę napisanie kilku programów na µP jednoukładowe, możliwość długoterminowej współpracy. Zamiejscowi mile widziani, wymagane doświadczenie. Bogdan Karnas, 00-201 Warszawa, ul. Gen. Wł. Andersa 20A/34.

Zwrotnice głośnikowe w dowolnej konfiguracji. Jerzy Tykierka, 47-400 Racibórz, Pl. Wolności 7d, tel. 036/150482.

Dział Obsługi Czytelników

KRAMIK - dział drobnych ogłoszeń - zaprasza elektroników (tylko osoby prywatne) do bezpłatnego publikowania ogłoszeń. Treść ogłoszenia może być dowolna (wymiana, sprzedaż, kupno, praca, itp.), jednak musi być związana z elektroniką. Ogłoszenia zawierające **co najwyżej 160 znaków** są przyjmowane wyłącznie na kuponach wyciętych z ostatniego numeru "Elektora Elektronika", przy czym obszar kratkowany (160 kratek) należy wypełnić dużymi literami z zachowaniem odstępów między wyrazami w postaci jednej pustej kratki. Imię, nazwisko i adres nie są zaliczane do limitu 160 znaków.
Kupony należy przesyłać na adres:
Elektor Elektronik, 00-967 Warszawa 86 skr. poczt. 134.

Elektor-Elektronik nr 09

Imię i nazwisko

Adres

ZAMÓWIENIE

Imię i nazwisko

Adres

Zamówienie należy przesłać na adres
Elektor Elektronik
00-967 Warszawa 86
skr. poczt. 134

W zamówieniu należy podać
kod i nazwę zamawianej rzeczy, zgodnie z ofertą na str. 63 i 64.
Egzemplarze archiwalne pisma Elektor Elektronik należy zamawiać na blankiecie przedpłaty (str. 65).

Ilość	Kod zamówienia	Nazwa	Cena jednostkowa	Wartość
			Razem	

Ankieta "SPRZĘŻENIE ZWROTNE"

Artykuły opublikowane w numerze 9/96 Elektora, które wzbudziły moje zainteresowanie i byłbym skłonny nabyć do nich elementy składowe:

UWAGA! Wyniki tej ankiety służą do ustalenia asortymentu i wielkości oferty handlowej płytek oraz kitów.

Artykuły podstawowe

1. Wzmacniacz mocy HiFi z tranzystorami MOSFET ☐
2. Wskaźnik stereo ☐
3. Iluminofonia domowa ☐
4. Ochrona głośnika wysokotonowego ☐
5. Przystawka do pomiaru poziomu zniekształceń nieliniowych ☐
6. Moduł serwisowy do silników samochodowych ☐
7. Generator sygnałów testujących ☐
8. Zasilacz napięć symetrycznych ☐
9. Układ regulacji ładowania akumulatora z baterii słonecznej ☐

Uwaga. Ankieta służy celom informacyjnym, nie jest zaś traktowana jako zamówienie.

Imię i nazwisko

Reklamy w EE

1. **Reklamy ramkowe** (blankiet zamówienia w każdym numerze Elektora Elektronika). Reklamy są drukowane w formie graficznej przysłanej przez Zamawiającego lub opracowanej przez redakcję (gratis). Ceny dla szeregu ramek o standardowych wymiarach są podane niżej w tabeli.
2. **Reklamy w międzynarodowych wydaniach Elektora** - redakcja EE przyjmuje również ogłoszenia do publikacji w międzynarodowych wydaniach Elektora. Przykładowe ceny za 1 stronę ogłoszenia w poszczególnych wersjach językowych:
 angielska - 767 funtów
 niemiecka - 4.980 DM
 francuska - 7.000 FF.
3. **Wrzutki do Elektora Elektronika** - warunki do uzgodnienia

Powierzchnia	Format szer. x wys. [mm]	Strona cz.b. cena w zł. (bez VAT)
1/24 strony	56 x 30	82.00
1/12 strony	56 x 64 116 x 30	150.00
1/8 strony	176 x 30 86 x 64	216.00
1/6 strony	56 x 132	275.00
1/4 strony	86 x 132 41 x 260	370.00
1/3 strony	56 x 260	520.00
1/2 strony	176 x 132	670.00
cała strona	176 x 268	1.120.00

II i III strona okładki (kolor) 2.000,-

1/2 II i III strony okładki (kolor) 1.200,-

1/4 II i III strony okładki (kolor) 800,-

IV strona okładki (kolor) 3.000,-

Rabat dla powtórzeń:
4...6 razy 10%
7...11 razy 20%
12 i więcej razy 30%

Dział Obsługi Czytelników

Jak kupować kity, płytki i podzespoły do projektów publikowanych w EE?

Redakcja EE proponuje Czytelnikom trzy źródła zaopatrzenia:

1. Sieć obsługi Czytelników Elektora, której siedziba znaduje się w Holandii. Z tej sieci sprowadzamy :
 - ✔ płytki drukowane (do niektórych projektów oferujemy również płytki produkcji krajowej - ok. 3-krotnie tańsze),
 - ✔ zaprogramowane EPROM-y, mikrosterowniki, PAL-e i GAL-e,
 - ✔ programy na dyskietkach,

 Szczegółowa oferta na te artykuły znajduje się na str. 62 i 63. Czas realizacji zamówień - 2...6 tygodni.
2. Inne podzespoły - oferta ogólna AVT publikowana w Elektronice Praktycznej oraz oferty wielu innych dystrybutorów podzespołów ogłaszających się na łamach Elektora Elektronika i Elektroniki Praktycznej.

Oferujemy również **płytki wyprodukowane w kraju** z zachowaniem standardów technologicznych zgodnych ze stosowanymi w oryginalnych płytkach holenderskich, ale **wielokrotnie tańsze od importowanych**. Płytki te mają oznaczenia cyfrowe identyczne z oryginalnymi, lecz poprzedzone literą P. **Ceny bez podatku VAT.**

Płytki drukowane

(Litera "C" oznacza, że płytkę można nabyć wyłącznie z programem na dyskietce lub w EPROMie)

Tytuł artykułu		Kod	Cena w zł
Wielofunkcyjny częstościomierz 1.2GHz	EE 1/93	**P-920095-C**	**22,50**
Karta opto-przekaźnikowa I²C	EE 1/93	**P-930004**	**12,-**
Karta przetwornika obrazu TV do PC	EE 1/93	**P-930007-C**	**35,-**
Odbiornik VHF/UHF	EE 1/93	**P-926001**	**26,-**
Trójdrożny aktywny system głośnikowy	EE 1/93	930016	215,-
Zegar MAXI-MICRO	EE 1/93	930020	155,-
Wilgotnościomierz doniczkowy (czujnik)	EE 1/93	934031	45,-
Wilgotnościomierz doniczkowy (zasilacz)	EE 1/93	934032	40,-
Generator sygnału FM stereo	EE 2/93	920155	230,-
Cyfrowy miernik częstotliwości do odbiornika VHF/UHF	EE 2/93	**P-926001-2**	16,-
Lutownica do SMD	EE 2/93	930065	95,-
Multimetr o rozmytej logice - 1	EE 2/93	920049-2	200,-
Miernik amperogodzin	EE 2/93	930068	140,-
Sterowanie zapisu głosem	EE 3/93	934039	60,-
Wzmacniacz mocy z filtrem pasmowym mowy	EE 3/93	930071	67,50
Precyzyjny zegar do komputera (płytka z dyskietką 1671)	EE 3/93	930058-C	122,50
Multimetr o rozmytej logice - 2 (płytka z dyskietką 1721)	EE 3/93	920049-C	237,50
Konwerter na niższy zakres pasma VHF	EE 3/93	926087	155,-
Zasilacz-tester	EE 3/93	**P-920075** **P-930033**	**29,-**
Wzmacniacz średniej mocy na HexFETach	EE 1/94	930102	127,50
Przełącznik sygnałów wizyjnych (SCART)	EE 1/94	930122	142,50
Mikser stereo	EE 1/94	**P-UPBS-1**	6,-
Wyłącznik mocy I²C	EE 1/94	930091	62,50
Przełącznik modułów ROM do Atari ST	EE 1/94	930005	299,-
Tester I²C (płytka + GAL 6341)	EE 2/94	930128-C	360,-
Hygrometr cyfrowy	EE 2/94	**P-930104-C**	**40,-**
Mini-przedwzmacniacz	EE 2/94	930106	290,-
Ładowarka ogniw NiCd z mikrokontrolerem	EE 2/94	**P-920162-C**	**36,-**
Wskaźnik widma sygnału	EE 2/94	920151	130,-
Woltomierz wartości skutecznej m.cz.	EE 3/94	930108	122,50
Alfanumeryczny wyświetlacz I²C (płytka z dyskietką 1851)	EE 3/94	930044-C	142,50
Tester MOSFETów mocy	EE 3/94	930107	325,-
UART sterowany mikrosterownikiem	EE 3/94	930073	47,50
Eliminator blokady kopii (płytka + MACH+GAL)	EE 4/94	930098-C	463,-
Wzmacniacz harmonicznych	EE 4/94	930025	135,-
RS232/Centronics - konwerter	EE 4/94	930134	140,-
Sampler do Amigi	EE 4/94	**P-920074**	**7,-**
Jednopłytowy komputer 80C535	EE 4/94	**P-924046**	**16,-**
Konwerter 950...1750MHz	EE 4/94	**P-UPBS1**	**6,-**
Automatyczny częstościomierz cyfrowy	EE 4/94	930034	125,-
Liniowy miernik temperatury	EE 4/94	**P-920150**	8,-
Programator PIC (płytka + software 7161)	EE 5/94	940048-C	660,-
U2400B - ładowarka akumulatorów NiCd	EE 5/94	**P-920098**	**11,-**
Sygnalizacja siecią - cz.1 odbiornik	EE 5/94	940021-1	102,-
Zegar MINI-MICRO	EE 5/94	930055	75,-
Wzmacniacz słuchawkowy	EE 6/94	**P-940016**	**16,-**
Inteligentny kasownik pamięci EPROM	EE 6/94	**P-940058-1**	**9,50**
Sygnalizacja siecią energetyczną, cz. 2 - nadajnik (płytka + dyskietka 1911 + EPROM 6371	EE 6/94	940021-2C	332,-
Tuner TV VHF/UHF (płytki 1 i 2 + µC87C51)	EE 6/94	930064-C	571,-
Lampa stroboskopowa	EE 6/94	**P-940022**	**16,50**
Monitor kanałów MIDI	EE 6/94	**P-930059**	**11,-**
Ściemniacz do oświetlenia halogenowego	EE 6/94	**P-940034**	**4,50**
Wzmacniacz mocy High-End 100W			
- płytka układu pomocniczego	EE 7/94	930039	82,50
- płytka główna wzmacniacza	EE 7/94	920135-1	187,-
- płytka układu zabezpieczającego	EE 7/94	920135-2	76,-
Płytka rozszerzenia do 80C535	EE 7/94	940025-1	197,-
Sprzęg małej mocy TTL-RS232	EE 7/94	**P-920127**	**3,-**
Układ sterujący dostępem do wspólnej drukarki	EE 7/94	**P-920011**	**14,-**
Cyfrowa skala częstotliwości do odbiorników KF	EE 7/94	**P-920161**	**16,-**
Karta z procesorem 68HC11	EE 8/94	930123	77,-
Tani miernik pojemności	EE 8/94	**P-UPBS-1**	**6,-**
Optyczny sygnalizator dzwonka	EE 8/94	**P-944080-1**	**5,-**
Adapter pamięci 1MB SIMM	EE 8/94	944094-1	155,-
Końcówka mocy audio	EE 8/94	**P-944075-1**	**12,-**
Monokarta 80C451	EE 8/94	944069-1	150,-
Miernik zużycia paliwa do silników z wtryskiem	EE 8/94	940045	60,-
Emulator pamięci EPROM	EE 9/94	**P-910082**	**18,-**
Zegar ciemniowy	EE 9/94	**P-886100**	**7,-**
Wzmacniacz do gitary (3 płytki)	EE 10/94	**P-UPBS-1**	18,-
Pedał ekspresji MIDI	EE 10/94	**P-940019-C**	**90,-**
Odwapniacz wody	EE 10/94	**P-944011-1**	5,-
Interfejs Centronics - I/O	EE 10/94	**P-944067-1**	15,-
Eksperymentalna płytka PIC	EE 10/94	**P-944105-1**	29,-
Miernik pojemności	EE 11/94	**P-900012**	9,50
Stabilny przetwornik napięcia	EE 11/94	**P-940079-1**	2,50
Kieszonkowy falomierz	EE 11/94	**P-888071**	2,50
Miniaturowy częstościomierz	EE 12/94	940051-1	90,-
Ładowarka akumulatorów samochodowych	EE 12/94	940083	72,50
Samochodowy wzmacniacz audio (cz. 1)	EE 12/94	940078-1	140,-
Monitor linii telewizyjnych (PCB + PIC)	EE 12/94	940065-C	263,-
Krzemowy dysk (PCB + EPROM)	EE1/95	940085-C	475,-
Tester pilotów zdalnego sterowania	EE1/95	940084-1	65,-
Przełączany zasilacz napięcia zmiennego	EE1/95	934004	65,-
Zintegrowany wzmacniacz audio	EE1/95	936062-1	95,-
		936062-2	282,50
Obrotomierz	EE1/95	940045-1	60,-
		940068-1	55,-
Nadajnik kodu RC5 (PCB + dyskietka)	EE1/95	944106-C	130,-
Przetwornik napięcia 1-->3 fazy (płytka + GAL + EPROM)	EE2/95	940077-C	525,-
Samochodowy wzmacniacz audio, cz. 3	EE2/95	940078-2	300,-
Zasilacz odporny na zakłócenia w.cz.	EE2/95	940054-1	90,-
Kit wprowadzający do isp (płytka + oprogramowanie)	EE2/95	940093-C	215,-
Multiplekser MIDI	EE2/95	930101	150,-
Karta diagnostyczna POST (płytka + GAL1 + GAL2)	EE2/95	950008-C	292,50
Mini-przetwornik C/A audio	EE3/95	940099-1	147,50
Ściemniacz sterowany podczerwienią	EE3/95	940109	97,50
Generator efektów świetlnych	EE3/95	940100	65,-
Uruchamianie systemów z 8031/8051 (płytka +dyskietka)	EE3/95	940117-C	150,-
Procesor Surround	EE4/95	950012-1	187,50
Samochodowy wzmacniacz audio o mocy 30W	EE4/95	950024	95,-
Automatyczny timer do oświetlenia	EE4/95	940098-1	107,50
X88C64-EEPROM, który sam się programuje	EE4/95	940116-1	82,50

Dział Obsługi Czytelników

Tytuł artykułu		Kod	Cena w zł
Regulator szybkości silników indukcyjnych	EE4/95	940095-1	75.-
Generator funkcyjny na procesorze DSP			
płytka + dyskietka + EPROM	EE5/95	950014-C	490.-
Przełącznik sterowany telefonicznie			
(płytka + PIC)	EE5/95	950010-C	220.-
Analizator MIDI (płytka + EPROM)	EE5/95	940020-C	343.-
Tester jakości ogniw NiCd (płytka + ST62T15)	EE5/95	950051-C	250.-
Programowany generator przebiegów sinusoidalnych			
(płytka + dyskietka)	EE5/95	950004-C	195.-
Sterownik silników krokowych			
(płytka + zapr. 8751 + dyskietka)	EE6/95	950038-C	499.-
Generator funkcyjny	EE6/95	950044-1	110.-
Przetwornica napięcia 12VDC/240VAC			
płytka sterowania	EE6/95	920039-1	110.-
płytka stopnia mocy	EE6/95	920039-2	65.-
Prosty zasilacz	EE6/95	924024	50.-
Programator kontrolerów 87/89C51 serii Flash			
(płytka + zaprogramowany EPROM)	EE7/95	950003-C	265.-
Wzmacniacz dystrybucyjny VGA	EE7/95	950017-1	100.-
Scrambler audio	EE7/95	910105	103,50
Ogranicznik strat mocy	EE7/95	910071	44,-
Generator funkcji	EE8/95	950068-1	295.-
Centronics-booster	EE8/95	910133	59.-
Elektroniczna klepsydra (płytka + 87C751)	EE8/95	950052-C	262.50
Cyfrowy miernik fazy (3 płytki)	EE9/95	910045-1/2/3	260.-
Układ zmiany programu MIDI	EE9/95	900138	67,50
Uniwersalny interfejs I/O do IBM PC	EE9/95	910046	108.-
Karta z przekaźnikami do uniwersalnego interfejsu I/O	EE9/95	910038	130.-
Automatyczny regulator oświetlenia	EE9/95	P-950050-1	3,50
Automatyczne sterowanie żaluzjami	EE9/95	930035-1	90.-
Zabezpieczenie klucza hardware'owego	EE10/95	950069-1	127.50
Nowy wariant wzmacniacza z tranzystorami HexFET	EE10/95		
płytka wzmacniacza		930102	
Eliminator blokady kodu raz jeszcze (PCB + MACH)	EE10/95	950084-C	405.-
Miernik rezonansu - DIP-Meter	EE10/95	950095-1	52.50
Wzmacniacz słuchawkowy	EE10/95	950064-1	50.-
Ogranicznik szumów FM	EE11/95	950089-1	107.50
Sterownik PIP (PCB + 87C51)	EE11/95	950078-C	547.50
Aktywny mini subwoofer	EE11/95	936047	122.50
Watomierz płytka miernika	EE11/95	910011-1	64.50
płytka wyświetlacza		910011-2	41.-
LED dla biegacza	EE11/95	950112-1	70.-
Preskaler podstawy czasu do oscyloskopu	EE12/95	950115-1	277.50
Komputer "Matchbox" (płytka+87C51+instr.)	EE12/95	950011-C	457,50
Wzmacniacz mocy PA300	EE12/95	P-950092-1	16,-
Inteligentny tester tranzystorów (płytka+PIC16C71)	EE 1/96	950114-C	442,50
Prosty generator w.cz.	EE 1/96	950023-1	75,-
Micro-PLC - (płytka + 87C750/51+ dyskietka)	EE 1/96	950093-C	445.-
Wzmacniacz do gry na gitarze	EE 2/96	950016-1	172,50
Copybit-inwerter (PCB+PIC16C71)	EE 2/96	950104-C	440.-
Przetwornik SECAM/PAL	EE 2/96	950078-2	290.-
Samochodzik - robot	EE 2/96	936069	80.-
Tester modułów SIMM (płytka + EPROM)	EE 3/96	960039-C	282,50
Urządzenie ostrzegające przed oblodzeniem szosy	EE 4/96	P-960029-1	3,50
Interfejs I²C współpracujący z portem równoległym			
płytka + dyskietka	EE 4/96	950063-C	202,50
Wysokoprądowy tester h_{FE}	EE 4/96	P-900078	5,-
Transwerter na pasmo 6m	EE 4/96	910010	114.50
Szybka ładowarka akumulatorów NiCd			
płytka + ST62T20	EE 4/96	950076-C	227,50
Bierny wskaźnik wysterowania	EE 4/96	950124-1	80.-
Tester podzespołów biernych	EE 5/96	960032-1	137.50
Dekoder RDS sterowany przez			
układ PIC (PCB + PIC)	EE 5/96	960050-C	275.-
Cyfrowy wskaźnik poziomu audio (płytka + EPROM)	EE 6/96	950098-C	360.-
Przedwzmacniacz z equalizerem I²C	EE 6/96	930003	82.-
Odbiornik FM w technice SMD	EE 6/96	936049	50.-
Czujnik suszy	EE 6/96	950118-1	100.-
64-kanałowy analizator (płytka+dysk.+IC4+IC5)	EE 7/96	960033-C	697.50
płytka rozszerzenia (3 na jednej)	EE 7/96	960033-2	170.-
Audio-watomierz	EE 7/96	930018	102,50
Superbasy w dźwięku Surround	EE 7/96	960049-1	167,50
Urządzenie do ładowania akumulatorów	EE 7/96	950120-1	120.-
Interfejs Centronics (PCB + dysk.)	EE 7/96	960052-C	162.50
Inteligentny zegar szachowy (PCB+87C51)	EE 7/96	950097-C	417.50
Programator/emulator pamięci EPROM (PCB+dysk)	EE 8/96	960077-C	330.-
Układ przełączający klawiatury komputera PC	EE 8/96	950126-1	70.-
Przedwzmacniacz TV amatorskiej 23cm	EE 8/96	960072-1	75.-
Miernik tętna	EE 8/96	960005-1	102.50
Urządzenie odstraszające włamywaczy	EE 8/96	960022-1	72.50
Elektroniczny treser	EE 8/96	960035-1	55.-
Monitor napięcia sieciowego	EE 8/96	960055-1	72.50
Iluminofonia domowa	EE 9/96	950123	
Układ regulacji ładowania z baterii słonecznej	EE 9/96	930096	82.50

Dyskietki

Karta przetwornika obrazu TV do PC	EE 1/93	1831	145.-
Karta opto-przekaźnikowa I²C	EE 1/93	1821	75.-
Precyzyjny zegar do komputera	EE 3/93	1871	85.-
Multimetr o rozmytej logice	EE 3/93	1721	77,50
Alfanumeryczny wyświetlacz I²C	EE 3/94	1851	85.-
Jednopłytowy komputer 80C535	EE 4/94		
Kurs asemblera 8051/8032 - wersja IBM		1661	75.-
Kurs asemblera 8051/8032 - wersja Atari		1681	75.-
Kurs asemblera 80C535	EE 5/94	1811	75.-
Sygnalizacja siecią energetyczną	EE 6/94	1911	95.-
Płytka rozszerzenia do 80C535	EE 7/94	1941	95.-

Tytuł artykułu		Kod	Cena w zł
Emulator pamięci EPROM	EE 9/94	129	66.-
Kurs programowania mikrokontrolerów PIC	EE 11/94	946196-1	90.-
Nadajnik kodu RC5	EE1/95	946199-1	90.-
Kit wprowadzający do isp	EE2/95	946204-1	90.-
Uruchamianie systemów z 8031:8051	EE3/95	946099-1	115.-
Generator funkcyjny na procesorze DSP	EE5/95		
dyskietka		956001-1	185.-
podręcznik do programu Windows		950014-1	75.-
Programowany generator			
przebiegów sinusoidalnych	EE5/95	956005-1	122.-
Sterownik silników krokowych	EE6/95	956004-2	37.50
Komputer "Matchbox" - dyskietka kursowa (DOS)	EE12/95	956009-1	107.50
Micro-PLC (oprogramowanie kontrolne)	EE 1/96	956016-1	100.-
Interfejs I²C współpracujący z portem równoległym	EE 4/96	946202-1	122.50
Karta dźwiękowa do komputera PC			
jako analizator m.cz	EE 5/96	966001-1	260.-
Przedwzmacniacz z equalizerem I²C	EE 6/96	1862	112.-
64-kanałowy analizator (MSDOS)	EE 7/96	966010-1	70.-
Interfejs Centronics (Windows)	EE 7/96	966008-1	60.-
Programator/emulator pamięci EPROM	EE 8/96	966017-1	160.-

EPROMy, mikrosterowniki, PALe, GALe

Wielofunkcyjny częstościomierz 1.2GHz			
(1x27C256)	EE 1/93	6141	115.-
Zegar MAXI-MICRO (zegar z budzikiem)	EE 1/93	7081	115.-
Zegar MAXI-MICRO (zegar ciemniowy)	EE 1/93	7091	115.-
Zegar MAXI-MICRO (zegar kuchenny)	EE 1/93	7101	115.-
Hygrometr cyfrowy (1x2764)	EE 2/94	6301	145.-
Mikrosterownik 535 z emulatorem EPROMu			
(1xPAL + 1xGAL)	EE 2/94	6311	260.-
Ladowarka ogniw NiCd z mikrokontrolerem			
(1xST62E15)	EE 2/94	7071	100.-
Tester I²C (1xGAL6001)	EE 2/94	6341	302.-
Dekoder systemu radiowego (RDS) (1x27C64)	EE 3/94	6331	145.-
4-krotny przetwornik C/A dla komputerów PC			
(1xGAL)	EE 3/94	6251	107.50
UART sterowany mikrosterownikiem (1xST62T15)	EE 3/94	7151	170.-
Eliminator blokady kopii (1xGAL16V8 +1xMACH110)	EE 4/94	6321	425.-
Jednopłytowy komputer 80C535	EE 4/94		
Monitor EMON51 + kurs asemblera - wersja IBM PC			
(1x27256 + dyskietka 1661)		6061	200.-
Monitor EMON51 + kurs asemblera - wersja Atari			
(1x27256 + dyskietka 1681)		6091	200,-
Programator PIC (1xPIC17C42 + dyskietka)	EE 5/94	7161	525.-
Kurs asemblera 80C535			
(ROM EMON52 + dyskietka 1811)	EE 5/94	6221	170.-
Zegar MINI-MICRO - budzik	EE 5/94	7111	115.-
Zegar MINI-MICRO - zegar ciemniowy	EE 5/94	7121	115.-
Zegar MINI-MICRO - minutnik kuchenny	EE 5/94	7131	115.-
Sygnalizacja siecią energetyczną, cz. 2 - nadajnik			
(1x27C64)	EE 6/94	6371	130.-
Tuner TV VHF/UHF (1x87C51)	EE 6/94	7141	255.-
Bufor do drukarki 1...4MB (1x27C64)	EE 10/94	6041	150.-
Pedał ekspresji MIDI (1x27C64)	EE 10/94	946635	135.-
Monitor linii telewizyjnych (1xPIC16C54)	EE 12/94	946443-1	81.-
Krzemowy dysk (1x27256)	EE1/95	946641-1	208.-
Przetwornik napięcia 1···> 3 fazy GAL	EE2/95	946640-1	120.-
EPROM		946640-2	155.-
Karta diagnostyczna *POST* GAL-1	*EE2/95*	946669-1	110.-
GAL-2		946669-2	130.-
Generator funkcyjny na procesorze DSP			
(EPROM 27C512)	EE5/95	956501-1	130.-
Przełącznik sterowany telefonicznie			
(PIC16C54)	EE5/95	946642-1	175.-
Analizator MIDI (EPROM)	EE5/95	956507-1	165.-
Tester jakości ogniw NiCd (ST62T15)	EE5/95	956506-1	180.-
Programator kontrolerów 87/89C51 serii Flash	EE7/95	956644-1	145.-
Elektroniczna klepsydra (87C751)	EE8/95	946647-1	177.50
Układ zmiany programu MIDI	EE9/95	5961	153.-
Zabezpieczenie klucza hardware'owego			
GAL 20V8 (IC2)	EE10/95	956511-1	100.-
GAL 22V10 (IC6)	EE10/95	956512-1	117.50
Eliminator blokady kopii raz jeszcze (MACH)	EE10/95	956504-1	365.-
Sterownik PIP, część 1 (87C51)	EE11/95	956505-1	307.-
Komputer "Matchbox", część 1(zaprogr. 87C51)	*EE12/95*	*956508-1*	*322.50*
Inteligentny tester tranzystorów (PIC16C71)	EE 1/96	956502-1	355.-
Micro-PLC (87C750/51)	EE 1/96	956514-1	245.-
Copybit-inwerter (PIC16C71)	EE 2/96	956513-1	352.50
Tester modułów SIMM (27128)	EE 3/96	966503-1	102.50
Szybka ładowarka akumulatorów NiCd (ST62T20)	EE 4/96	956509-1	147.50
Dekoder RDS sterowany przez			
układ PIC (PIC 16C84)	EE 5/95	966505-1	227.50
Cyfrowy wskaźnik poziomu audio (27C512)	EE 6/96	946646-1	178.-
64-kanałowy analizator stanów logicznych	EE 7/96		
IC4 - ispLSI1016		956516-1	275.-
IC5 - ispLSI1016		956516-2	275.-
IC20/30/40 - ispLSI1016		956506-2	275.-
Inteligentny zegar szachowy (87C51)	EE 7/96	946645-1	307.50

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

Elektronika Praktyczna" jest niezwykle popularn... ponad 100.000 czytelników miesięcznikiem ... elektroników interesujących się projektowa... układów i urządzeń elektronicznych - zarów... dla hobbistów jak też dla profesjonalistów.

Podstawowe stałe rubryki pisma to:

- **Projekty AVT** czyli artykuły opracowane w la... AVT, do których są produkowane ki... kompletne zestawy elementów i płytek dru... do samodzielnego montażu,
- **Miniprojekty**, czyli opisy układów bardzo ła... do wykonania,
- **Projekty zagraniczne**, tj. artykuły zakupione z pism zagranicznych,
- **Projekty Czytelników**,
- **Podzespoły** i ich aplikacje,
- **Sprzęt**,
- **Elektronika, Przemysł, Rynek** - dział poświ... elektronice przemysłowej.

Cena w kioskach ... 4 zł 50 gr

ELEKTRONIKA dla wszystkich

Miesięcznik naukowy dla początkujących i średnio zaawansowanych elektroników w każdym wieku.

Podstawowym zadaniem EdW jest dostarczanie w bardzo przystępnej formie tego, co jest ważne w elektronice. Artykuły EdW są realizowane w typach obejmujących podzespoły układy cyfrowe i analogowe, mikrokomputery, komputerowe programy użytkowe itp. Ważną część pisma stanowią artykuły poświęcone historii elektroniki, a także materiały prezentujące ostatnie nowości.

W każdym numerze prezentowanych jest także od kilku do kilkunastu projektów do samodzielnego montażu.

Pismo wydaje Dom Wydawniczy AVT, a praktycznie dla ... m.in. Szkoła Konstruktora, Przedstawiamy ciekawe praktyczne zadania projektowe oraz analizę nadesłanych rozwiązań, Szeroki zakres kontaktu z czytelnikami zapewniają działy Forum Czytelników", Poczta oraz "Dodatkowe sprzężenie zwrotne", gdzie każdy może zaprezentować swoje konstrukcje, podzielić się doświadczeniami a także uzyskać odpowiedź na nurtujące go pytania.

EdW ma 80 kolorowych stron, bardzo atrakcyjną szatę graficzną.

Cena w kiosku ... 3zł 90gr

AUDIO

Audio to ilustrowany miesięcznik dla młodych... sprzętu audio. Powstaje we współpracy z najlepszymi w tej dziedzinie specjalistami, współpracuje m.in. z brytyjskim miesięcznikiem Hi-Fi ... oraz niemieckimi miesięcznikami STEREO-PLAY i AUDIO. Dominują artykuły przedstawiające testy sprzętu audio. Miesięcznik Audio zawiera również listy rankingowe sprzętu, przegląd rynku ... Porady, eksperta, recenzje płyt i wielu innych ciekawych rubryk.

Pismo ma wspaniałą oprawę ilustracyjną. Poziom artykułów Audio jest na wysokim poziomie. Na znakomitym papierze, ... kolorowe ... i grafiki doskonałej jakości druku.

Cena w kioskach ... 4zł 50gr

ESTRADA i STUDIO

wokół muzyki

Miesięcznik *Estrada i Studio* jest adresowany do każdego, kto ... ma ... bezpośredni kontakt z muzyką, ... przede wszystkim dla amatorów, profesjonalistów w każdej ... muzyki, dyskotek, ... związanych z muzyką elektroniczną.

W *E&S* pokazujemy nie tylko jak i na czym się gra, ale w jaki sposób i ile można na tym graniu zarobić. Zwracamy uwagę na pracę organizatorów, menadżerów, producentów i handlowców.

Dzięki stałej współpracy naszego wydawnictwa z redakcjami zagranicznymi, przede wszystkim z amerykańskim pismem Keyboard, ... najnowsze informacje ze świata ... Artykuły na światowym poziomie.

Cena w kiosku ... 3zł 90gr

Software

NARZĘDZIA PROGRAMY SIECI

LICENCJA (z Dyskiem)

Software to pierwszy na polskim rynku miesięcznik dla programistów, ... dla programistów na świecie i Dr... Journal USA.

Bardzo bogata oferta profesjonalnych programów ... dla programistów. Artykuły poświęcone ... programowaniu obiektowemu, technikom ... Turbo Pascal, programowaniu baz danych, ... programowaniu grafiki, programowaniu w Win... Win95, Unix i nie tylko. Narzędzia ... podstawowe techniki, technologie i trendy w ... programowaniu ... Znajdziesz tu gotowe ... programowe, programowanie mikrokontrolerów ... wszystkich artykułów dostępne pełne kody źródłowe, wynikowe, kompletne biblioteki - zarówno na dyskietkach, jak i poprzez modem.

Cena w kioskach ... 4 zł 40 gr

Wersja z CD-ROM ... 19 zł 30 gr

ELEKTRONIK ELEKTOR

MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

Elektronik Elektor jest przedstawicielem licencyjnym największego w świecie miesięcznika dla elektroników hobbistów Elektor jest redagowany w Holandii równocześnie w czterech językach: angielskim, francuskim, niemieckim, holenderskim. Wersja ... Elektora są wydawane w następujących krajach: Portugalia, Hiszpania, Grecja, Szwecja, Finlandia, Izrael i Polska. Polska wersja językowa stanowi wybór artykułów z najnowszych materiałów redakcyjnych Elektora dostarczanych w wersjach niemieckiej, ... Elektor Polska ... Oprócz ... projektów ... artykuły ... Polska ... w postaci dyskietek, szczególnie ... software w postaci dyskietek EPROM-ów, itp.

Cena w kioskach ... 4 zł 90 gr

młody technik

Młody Technik jest prawdziwie popularnym miesięcznikiem z niemal 50-letnią historią. Żaden inny miesięcznik w okresie długiego ... Młodym Technikiem można znaleźć ... wszystko o techn... zarówno tej najbardziej awangardowej, jak ... ostatnie osiągnięcia ... i teraz już historyczne: Prosti-MI ewoluuje w kierunku ... czym dla majsterkowiczów, młodzieży ... nie przygnębiony z tradycyjnej misji oświatowej tego pisma. Młody Technik jest przeznaczony dla młodzieży interesującej się techniką, czyli głównie dla mężczyzn w wieku od lat 7-miu do 107-miu.

Cena w kiosku ... 3zł 50gr

świat radio

Świat Radio jest pierwszym w kraju miesięcznikiem ... poświęconym zagadnieniom ... Świat Radio wydawany we współpracy z międzynarodowym miesięcznikiem Funk" (Niemcy, Austria, Szwajcaria, Holandia). Dominują artykuły przedstawiające testy, ... porady ... w ... stałe rubryki: Przegląd Rynku Radio, Porady Techniczne, Krótkofalowiec, Świat CB ... wiele innych. Czytelnikami tego pisma są zarówno użytkownicy odbiorczego sprzętu radiowego, jak też miłośnicy CB oraz ... radiosłuchacze.

Cena w kiosku ... 3zł 90gr

UKŁADY SCALONE KATALOG AKTUALNOŚCI USKA

Seria czterech zeszytów, ... obejmujących katalogi, ... każdy jest wydawana co 3 miesiące. Są to następujące tytuły:

- **RTV i AV** czyli układy dla sprzętu radiowo-telewizyjnego i audio-video,
- **UA**, czyli układy analogowe,
- **UC** czyli układy cyfrowe,
- **µC**, czyli układy mikroprocesorowe i pamięci.

Zawartość biuletynów stanowią kompletne opisy ... elektronicznych, ... katalogach ... aplikacje, ... niezbędne, ... ale bardzo ważnych ... danych ... układów scalonych.

Biuletyny USKA są wydawane w nakładzie kilku tysięcy egz... i sprzedawane w ... oraz w prenumeracie, przy czym ... a prenumerata jest znacznie niższa. Cena ... 7zł 00gr

PRENUMERATA - zasady na odwrocie!

Odcinek dla poczty

zł ... słownie: ... złotych

wpłacający ...

Dokładny adres ...

Na rachunek AVT-Korporacja Sp. z o.o.
01-939 Warszawa, ul. Burleska 9
Nazwa banku: PKO BP XV O/W-wa
Nr konta: 1658-196657-136-11

Dziękujemy ... wypełnić czytelnie drukiem

Odcinek dla banku

zł ... słownie: ... złotych

wpłacający ...

Dokładny adres ...

Na rachunek AVT-Korporacja Sp. z o.o.
01-939 Warszawa, ul. Burleska 9
Nazwa banku: PKO BP XV O/W-wa
Nr konta: 1658-196657-136-11

Dziękujemy ... wypełnić czytelnie drukiem

Odcinek dla posiadacza rachunku

zł ... słownie: ... złotych

wpłacający ...

Dokładny adres ...

Na rachunek AVT-Korporacja Sp. z o.o.
01-939 Warszawa, ul. Burleska 9
Nazwa banku: PKO BP XV O/W-wa
Nr konta: 1658-196657-136-11

Dziękujemy ... wypełnić czytelnie drukiem

Odcinek dla wpłacającego

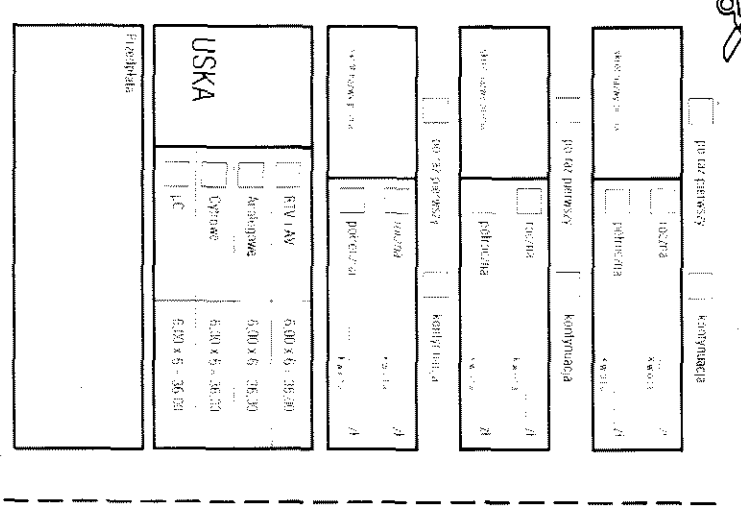
zł ... słownie: ... złotych

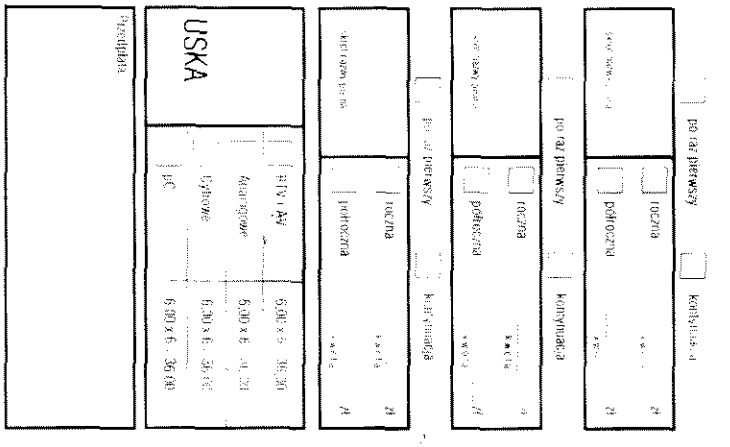
wpłacający ...

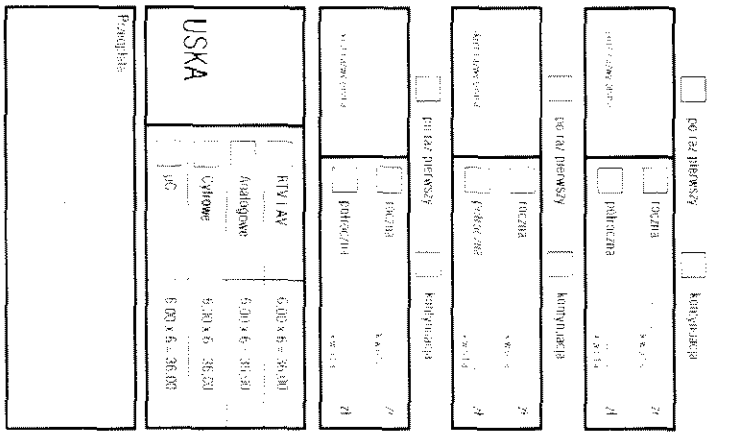
Dokładny adres ...

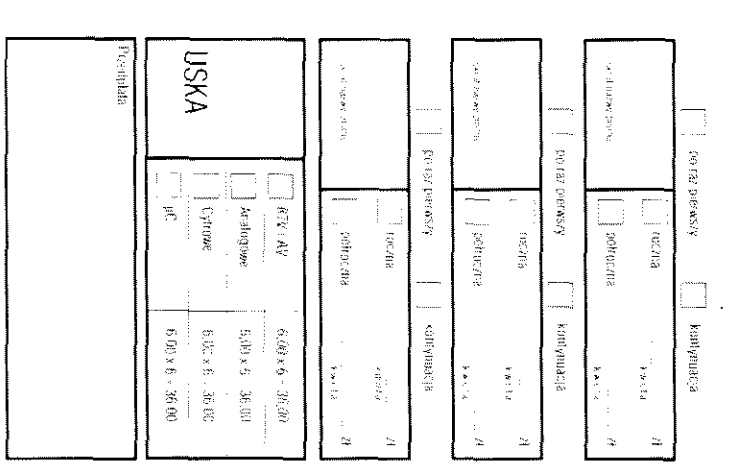
Na rachunek AVT-Korporacja Sp. z o.o.
01-939 Warszawa, ul. Burleska 9
Nazwa banku: PKO BP XV O/W-wa
Nr konta: 1658-196657-136-11

Dziękujemy ... wypełnić czytelnie drukiem









Zasady prenumeraty

1. *Przyjmujemy zamówienia na prenumeratę:*

miesięczników -

- Audio AU
- *Elektor Elektronik* EE
- Elektronika Praktyczna EP
- Elektronika dla Wszystkich EdW
- Estrada i Studio EiS
- *Młody Technik* MT
- Software SW
- Software z dyskietką SWD
- Software z CD-ROM SWCD
- Świat Radio SR

dwumiesięcznika -

- Układy Scalone -

Katalog Aktualności USKA

2. Dla miesięczników proponujemy dwie możliwości:
 - **prenumeratę roczną**
 - **prenumeratę półroczną**

 przy czym prenumerata jest przyjmowana od najbliższego numeru po otrzymaniu przelewu przez wydawnictwo. Należy koniecznie zaznaczyć, czy jest to kontynuacja prenumeraty, czy też pierwsza wpłata, aby uniknąć podwójnej wysyłki.
3. Dla dwumiesięczników USKA proponujemy tylko prenumeratę roczną, na 6 numerów wydawanych w roku 1996, przy czym można dokonać wyboru dowolnych tytułów spośród 4 serii tematycznych tego biuletynu.
4. W cenę prenumeraty jest wliczony koszt przesyłki.
5. *Ponieważ docierający do nas odcinek przekazu jest traktowany jako zamówienie, prosimy o bardzo wyraźne napisanie* **DRUKOWANYMI LITERAMI** na wszystkich odcinkach przekazu imienia, nazwiska i *dokładnego adresu z kodem pocztowym. Prosimy* o dokładne wypełnienie obu stron przekazu.
6. Gwarantujemy wysłanie **wszystkich** zamówionych i opłaconych numerów bez konieczności dopłaty w przypadku wzrostu ceny pisma.
7. Aby zaprenumerować jedno z naszych czasopism (lub kilka jednocześnie) należy wpłacić na nasze konto bankowe odpowiednią kwotę wyliczoną za pomocą poniższej tabelki.

	Roczna			Półroczna			
EP	4,3zł x 12	=	51,6zł	4,5zł x 6	=	27,0zł	
EE	4,7zł x 12	=	56,4zł	4,9zł x 6	=	29,4zł	
SW	4,1zł x 12	=	49,2zł	4,4zł x 6	=	26,4zł	
SWD	9,2zł x 12	=	110,4zł	10,4zł x 6	=	62,4zł	
SWCD	14,0zł x 12	=	168,0zł	18,3zł x 6	=	109,8zł	
AU	4,2zł x 12	=	50,4zł	4,5zł x 6	=	27,0zł	
SR	3,7zł x 12	=	44,4zł	3,9zł x 6	=	23,4zł	
MT	3,3zł x 12	=	39,6zł	3,5zł x 6	=	21,0zł	
EdW	3,7zł x 12	=	44,4zł	3,9zł x 6	=	23,4zł	
EiS	3,7zł x 12	=	44,4zł	3,9zł x 6	=	23,4zł	
USKA	kwoty podane na blankiecie prenumeraty						

Przedpłata

Przedpłaty na:
- **— numery archiwalne pism wydawanych przez AVT**
- **— odbitki ksero artykułów z pism zagranicznych**

(dotyczy rubryki Świat Hobby w Elektronice Praktycznej)

można realizować na blankietach prenumeraty, dokonując odpowiednich wpisów w pustych prostokątach na wszystkich czterech odcinkach przekazu. Należy wyraźnie wpisać skrót tytułu pisma i jego numer oraz kwotę równą ilości zamawianych egzemplarzy x cena.

Ceny numerów archiwalnych:

Elektronika Praktyczna

EP 1/93	2,60 zł/egz.
EP 1-4/94	3,20 zł/egz.
EP 5-12/94	3,60 zł/egz.
EP 1-10/95	3,90 zł/egz.
EP 11/95 - 8/96	4,50 zł/egz.
Rocznik EP '93	28,60 zł/egz.
Rocznik EP '93 w oprawie	33,60 zł/egz.
Rocznik EP '94	36,60 zł/egz.
Rocznik EP '94 w oprawie	41,60 zł/egz.
I półrocze EP '95	21,60 zł/egz.
I półrocze EP '95 w oprawie	23,40 zł/egz.
II półrocze EP '95 w oprawie	24,60 zł/egz.

Elektor Elektronik

EE 1/92 - 4/96	4,20 zł/egz.
EE5/95 - 8/96	4,50 zł/egz.

Od radio do audio

OA 1 - 8/95	3,60 zł/egz.

Audio

Audio 1 - 3/95, 1-9/96	4,50 zł/egz.

Świat Radio

SR 1 - 3/95, 1-4/96	3,60 zł/egz.
SR 5-6/96	3,90 zł/egz.

Elektronika dla Wszystkich

EdW 1-8/96	3,90 zł/egz.

Software

SW 1 - 10/95	3,50 zł/egz.
SW 11/95 - 8/96	4,40 zł/egz.

Software z dyskietką

SWD 1/95 - 10/95	9,50 zł/egz.
SWD 11/95 - 8/96	10,40 zł/egz.

Software z CD-ROM

SWCD 5/96 - 8/96	19,30 zł/egz.

USKA

USKA od 5/92 do 10/93	10,80 zł/egz.
USKA/RTV 1/94, 95	5,50 zł/egz.
USKA Analogowe '94, '95	5,50 zł/egz.
USKA Cyfrowe '94, '95	5,50 zł/egz.
USKA 96 - 42	5,50 zł/egz.
USKA 1996 (oprócz µC)	7 zł/egz.

UWAGA! Kompletne roczniki można zakupić z 50% rabatem (patrz oferta na kartonikach)!

Odbitki ksero z artykułów streszczanych w rubryce **Świat Hobby** (SH) 3,5 zł

Pierwsza strona 2,- zł

Każda następna 20 gr

Należy wpisać:

SH poz. (nr) w EP (Nr) - kwota

PRENUMERATA ZAGRANICZNA

czasopism wydawanych przez AVT

Ceny prenumeraty zagranicznej (w markach niemieckich):

	roczna	półroczna		roczna	półroczna
Elektronika Praktyczna	48DM	30DM	Software + CDROM	192DM	120DM
Elektor Elektronik	56DM	35DM	Audio	56DM	35DM
Estrada i Studio	45DM	28DM	Świat Radio	45DM	28DM
Software	48DM	30DM	Młody Technik	45DM	28DM
Software + dyskietka	124DM	78DM	USKA	168DM	—

Aby zaprenumerować któreś z naszych czasopism, należy wpłacić odpowiednią kwotę na konto:

AVT-Korporacja Sp. z o.o., ul. Burleska 9, 01-939 Warszawa

Bank **PKO BP XV O/W-wa, Al. Jerozolimskie 7, 00-950 Warszawa**

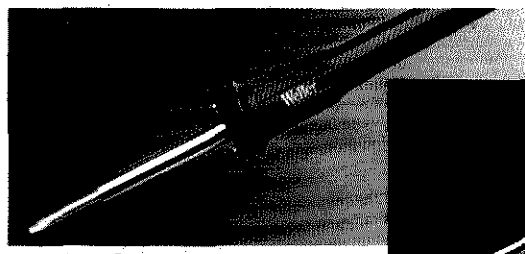
Nr konta .. **1658-196657-136 SWIFT CODE BPKO PL PW**

Prosimy o wyraźne zaznaczenie, czy jest to prenumerata roczna, czy półroczna, oraz o napisanie miesiąca rozpoczęcia prenumeraty. Do ceny prenumeraty należy doliczyć koszty przesyłki pocztowej:

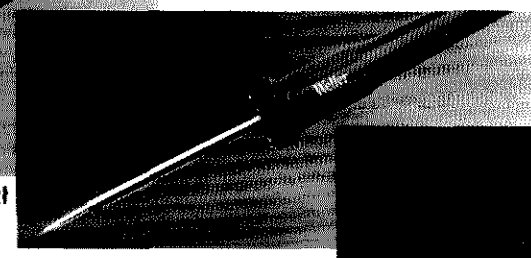
- Europa - 3 DM za 1 egz.
- Ameryka Pn. Pd. Afryka. Azja - 8 DM za 1 egz.
- Australia - 14 DM za 1 egz.

AVT OFERUJE:

LUTOWNICE Weller®

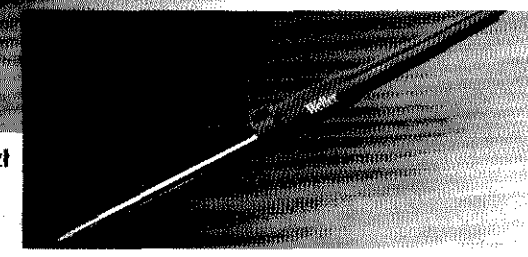


▲ **SPI-27C 230V 92,90zł**
Subminiaturowa lutownica o mocy 25W, temp. grota 410°C



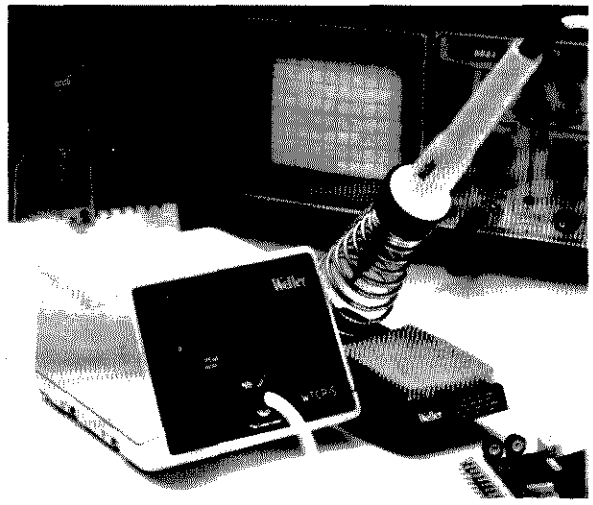
▲ **SPI-16C 230V ...99,90zł**
Subminiaturowa lutownica o mocy 15W temp. grota 360°C

Groty proste/zgięte do serii SPI 14,90zł

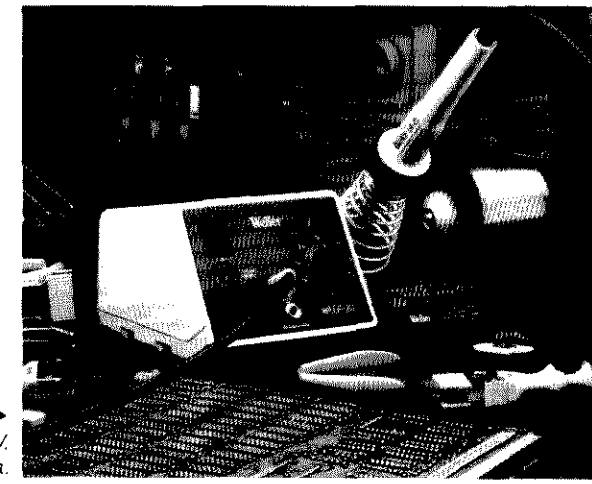


▲ **SPI-15 24V 89,90zł**

STACJE LUTOWNICZE



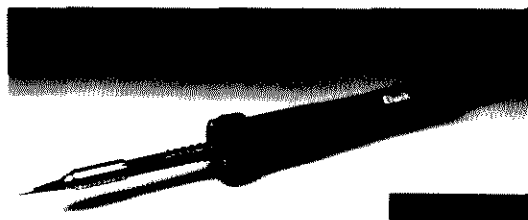
◄ **WTCP-S 464,90zł**
Lutownica TCP-S, transformator 24V, podstawka KH-2.



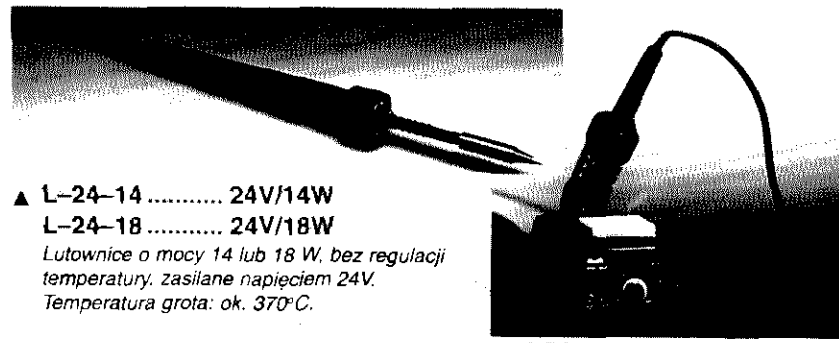
WECP-20 619,90 ►
Lutownica 50W, transformator 24V, regulacja temperatury do 450°C, podstawka.

LUTOWNICE Elwik

STACJE LUTOWNICZE



LERT-24 79,90zł ▲
Lutownica 60W, zasilana napięciem 24V. Wbudowany elektroniczny regulator temperatury.
Zakres regulacji: 100°C...400°C.



▲ **L-24-14 24V/14W**
L-24-18 24V/18W
Lutownice o mocy 14 lub 18 W, bez regulacji temperatury, zasilane napięciem 24V. Temperatura grota: ok. 370°C.

W ofercie handlowej znajdują się także:

— *odsysacze do lutowia z grzałką* *49,90 zł*
— *tygielki elektryczne T-24* *47,00 zł*
— *groty do lutownic ELWIK* *5,60 zł*

▲ **SEC-220-0 294,90zł**
Stacja lutownicza o mocy 60W
Zakres regulacji: 100°C...400°C
Cyfrowy odczyt temperatury grota.

Dostępne w sprzedaży wysyłkowej oraz w sklepach firmowych AVT

podane ceny nie zawierają podatku VAT (22%)

GOLDSTAR (Korea)...

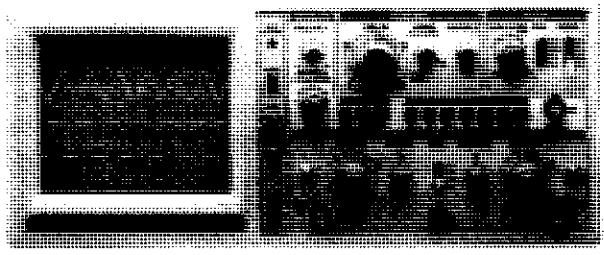


Analogowe
OS-9xxx
pokrywają cały zakres częstotliwości od 20MHz do 100MHz

OS-9020P pasmo 20MHz, 2 kanały, 2 ślady, 20ns/dz cena **1190,00**
OS-9060D pasmo 60MHz, 2 kanały, 2 ślady, 10ns/dz, opóźniona podstawa, linia opóźniająca cena **2470,00**
OS-9100D pasmo 100MHz, 3 kanały, 6 śladów, 5ns/dz, opóźniona podstawa, linia opóźniająca cena **3470,00**



Uniwersalny oscyloskop
OS-9020G
z wbudowanym generatorem funkcyjnym



OS-9020G pasmo 20MHz, 2 kanały, 2 ślady, 20ns/dz, Fg = 0,1Hz ... 1,0MHz cena **1560,00**

Z wyświetlaniem alfanumerycznym READ-OUT



OS-902RB pasmo 20MHz, 2 kanały, 2 ślady, 20ns/dz, opóźniona podstawa czasu cena **1980,00**
OS-904RD pasmo 40MHz, 2 kanały, 2 ślady, 20ns/dz, opóźniona podstawa, linia opóźniająca cena **2570,00**

...HITACHI (JAPONIA)



Oscyloskopy analogowe Real-time

V-252 pasmo 20MHz, 2 kanały, 2 ślady, 17,5ns/dz cena **2475,00**
V-552 pasmo 50MHz, 2 kanały, 2 ślady, 7,0ns/dz cena ~~3375,00~~ **3990,00**

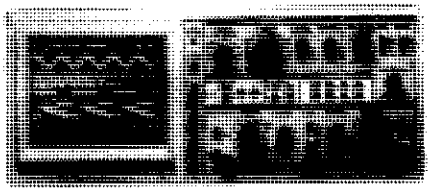
Sondy do oscyloskopów prod. HITACHI (cena za parę)

AT-10AR 50MHz, 10:1, GND Ref., 1,5m cena **145,00**
AT-10AK 50MHz, 10:1/1:1, 1,5m cena **250,00**
AT-10AS 100MHz, 10:1, GND Ref., 1,5m cena **370,00**
AT-10AP 100MHz, 10:1/1:1, 1,5m cena **383,00**

Sondy do oscyloskopów prod. GOLDSTAR (cena za parę)

GS-060 60MHz, 1:1/1:10, 10MΩ/22pF, 1m cena **98,00**
CP-210 60MHz, 1:1/1:10, 10MΩ/22pF, 1,5m cena **220,00**
CP-209 100MHz, 1:1/1:10, 10MΩ/14pF, 1,5m cena **320,00**

Analogowo-cyfrowe



OS-3020 pasmo 20MHz, 2 kanały, 20MS/s, 2kB/kanał, interface RS-232/HPGL, READ-OUT cena **3690,00**
OS-3040 pasmo 40MHz, 2 kanały, 20MS/s, 2kB/kanał, interface RS-232/HPGL, READ-OUT cena **4550,00**

OSCYLOSKOPY OSCYLOSKOPY OSCYLOSKOPY OSCYLOSKOPY OSCYLOSKOPY OSCYLOSKOPY



Gwarancja na oscyloskopy 12 miesięcy. Zapewniamy serwis.
Sprzedaż prowadzą sklepy firmowe AVT:
Warszawa, ul. Grottera 8 (przy Pl. Grzybowskim, tel. 24-96-18, Kraków, ul. Limanowskiego 37
AVT prowadzi również sprzedaż wysyłkową.
Zamówienia firmowe należy składać na adres: 01-900 Warszawa 118, skr. pocz. 72,
lub telefonicznie: tel. 33-66-88, 33-66-77, fax. 33-67-67
CENY NIE ZAWIERAJĄ PODATKU VAT (22%).